



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL

“APLICACIÓN DE RIEGOS INTERMITENTES PARA REDUCIR
EMISIONES DE METANO EN EL CULTIVO DE ARROZ EN EL FUNDO
EL TRIUNFO, DISTRITO DE CAJARURO, PROVINCIA DE
UTCUBAMBA – REGIÓN DE AMAZONAS, 2017 - 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR:

PALMER NEYRA, INGRID GERALDINE

ASESOR:

DR. CARLOS CABRERA CARRANZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN DE RIESGOS Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DE JURADO

PRESIDENTE

Dr. Elmer Benites Gonzales

SECRETARIO

Dr. Carlos Cabrera Carranza

VOCAL

Mg. Juan Carlos Medina Peralta

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado

A Dios...

Por haberme dado la fuerza de voluntad y la convicción de lograr mis objetivos y llegar hasta este punto, por brindarme salud, constancia y sosiego en los momentos difíciles.

A mis padres...

Por brindarme su infinito apoyo y ser partícipes en esta difícil etapa de mi vida. Por celebrar mis logros y no dejarme caer en los momentos de desaliento. Por hacer de mis metas suyas y enseñarme a luchar juntos para conseguirlas.

A mis hermanos...

Por el esfuerzo, y el apoyo incondicional en la realización experimental de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo del presente trabajo no pudo haberse logrado sin el apoyo de muchas personas que se involucraron en esta etapa de mi vida, y se interesaron por que el presente estudio sea concretado y aplicado, además servir de aporte para futuras investigaciones. Agradezco en primer lugar a Dios por ser el ente dador de vida y salud permitiendo llenarme de fe y confianza en mí misma para lograr mis objetivos.

Agradezco a mis padres, por ser las personas que han luchado igual o más que yo en darme los recursos para la realización de este proyecto así como el alcance de mis metas.

Agradezco al Ing. Miguel Remigio y mi asesor el Dr. Carlos Cabrera, por ser las personas que estuvieron desde un inicio asesorándome en la estructura que debía realizar mi tesis. Por el apoyo intelectual y la motivación de seguir ejecutando este proyecto.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Ingrid Geraldine Palmer Neyra con DNI N° 73059322, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 23 de abril del 2018

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “APLICACIÓN DE RIEGOS INTERMITENTES PARA REDUCIR EMISIONES DE METANO DEL CULTIVO DE ARROZ EN EL FUNDO EL TRIUNFO, DISTRITO DE CAJARURO, PROVINCIA DE UTCUBAMBA - REGIÓN DE AMAZONAS, 2017 - 2018.”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental

Ingrid Geraldine, Palmer Neyra.

ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad Problemática	4
1.2 Trabajos Previos.....	6
1.3 Teorías relacionadas al tema	11
1.3.1 Aspectos generales del cultivo de arroz en la región de Amazonas.....	11
1.3.1.1 Caracterización Del Sector Agrario Regional.....	11
1.3.1.2 Estructura productiva del sector agrario regional.....	11
1.3.1.3 Recurso suelo en la región	13
1.3.2 Conceptos generales del cultivo de arroz.....	15
1.3.2.1 Procesos del sistema convencional del cultivo de arroz	15
1.3.2.2 Fases de crecimiento de la planta de Arroz	16
1.3.2.3 Condiciones agro-ecológicas para el cultivo de arroz	19
1.3.2.4 Consumo de agua en el cultivo de arroz.....	21
1.3.3 Aspectos generales de la emisión de metano en los cultivos de arroz.....	22
1.3.3.1 Proceso de emisión de metano en los cultivos de arroz.....	23
1.3.3.2 Transporte del metano hacia la atmósfera en arrozales	24
1.3.4 Efectividad del riego intermitente en la reducción de los niveles de emisión de metano en los cultivos de arroz.....	25
1.3.5 Métodos para la determinación de metano en los cultivos de arroz.....	28
1.3.6 Marco Normativo.....	29
1.3.7 Marco conceptual	31
1.4 Formulación del Problema	33
1.5 Justificación del estudio	33
1.6 Hipótesis	34
1.6.1 Hipótesis general.....	34
1.6.2 Hipótesis específicas	35
1.7 Objetivos	36

1.7.1	Objetivo General.....	36
1.7.2	Objetivos Específicos.....	36
II.	MÉTODO	37
2.1	Diseño de investigación.....	38
2.1.1	Tipo de investigación	38
2.1.2	Nivel de investigación	38
2.2	Variables y Operacionalización	39
2.3	Población y muestra.....	39
2.3.1	Unidad de análisis	39
2.3.2	Población.....	39
2.3.3	Muestra.....	42
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 43	
2.4.1	Técnicas	43
2.4.1.1	Método de muestreo	43
2.4.1.2	Muestreo Preliminar.....	45
2.1.1.1	Análisis realizados en laboratorio	53
2.1.1.2	Delimitación del área de estudio.....	58
2.1.1.3	Siembra de arroz.....	67
2.1.1.4	Diseño del riego intermitente	72
2.1.1.5	Materiales usados en la medición de metano.....	80
2.1.1.6	Control y seguimiento	84
2.1.2	Instrumentos de recolección de datos	115
2.1.3	Confiabilidad	115
2.5	Método de análisis de datos	116
2.6	Aspectos éticos	123
III.	RESULTADOS	124
IV.	DISCUSIONES	141
V.	CONCLUSIONES	143
VI.	RECOMENDACIONES	144
VII.	REFERENCIAS	145
VIII.	ANEXOS.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Productos cultivados y la superficie usada en la región de Amazonas</i>	12
<i>Tabla 2 “Clasificación de tierras por uso potencial o aptitud del suelo”</i>	13
<i>Tabla 3 “Clasificación taxonómica de suelos en la Amazonía peruana”</i>	14
<i>Tabla 4 “Datos generales para la siembra de arroz en la Amazonía”</i>	20
<i>Tabla 5. “Necesidad hídrica del cultivo de arroz”</i>	22
<i>Tabla 6. Potencial de calentamiento global de los principales Gases de efecto invernadero</i>	23
<i>Tabla 7. “Ventajas y desventajas de los sistemas hídrico en el cultivo de arroz”</i>	26
<i>Tabla 8 “ECA de agua – Categoría III - Riego de vegetales y bebida de animales”</i>	31
<i>Tabla 9 “Ubicación geográfica del Fundo el Triunfo”</i>	39
<i>Tabla 10 “Uso de suelos en el Fundo el Triunfo en Ha”</i>	41
<i>Tabla 11. “Área del desarrollo de investigación”</i>	42
<i>Tabla 12 “Cadena de custodia para parámetros hídricos del área de estudio”</i>	46
<i>Tabla 13 “Observaciones encontradas en el análisis preliminar de suelos en la zona 1”</i>	48
<i>Tabla 14. “Observaciones encontradas en el análisis preliminar de suelos en la zona 2”</i>	49
<i>Tabla 15. “Cadena de custodia para parámetros de caracterización de suelos”</i>	50
<i>Tabla 16. “Datos generales del punto de muestreo de recolección de agua”</i>	53
<i>Tabla 17. Coordenadas de la muestra en estudio en el desarrollo de investigación</i>	59
<i>Tabla 18. Coordenadas de la ubicación geográfica de las pozas”</i>	66
<i>Tabla 19 Consideraciones Agrológicas de manejo de arroz de la variedad Esperanza</i>	68
<i>Tabla 20. “Cantidad de semilla por área de cultivo según método empleado”</i>	69
<i>Tabla 21 “Acondicionamiento de semilla</i>	71
<i>Tabla 22 “Criterios para determinar el Volumen de agua en ambos grupos de cultivo”</i>	76
<i>Tabla 23 “Factor de corrección para cálculo de caudal en diferentes fuentes de agua usando el método de flotador”</i>	77

<i>Tabla 24 Dimensiones generales del canal de agua de acceso a los arrozales del Fundo el Triunfo.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 25. “Dimensiones de las cámaras estáticas para captación de metano”</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 26 Recolección de datos climáticos.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 27 “Recolección de datos de campo del crecimiento de arroz en etapa de plántula”.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 28 Plántula: Lámina de reposición de agua en ambos riegos.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 29 Plántula: Consumo de agua en ambos riegos</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 30 Consumo de agua en el grupo de riego inundado en la etapa de Macollamiento</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 31 Control y seguimiento del consumo de agua en el riego intermitente</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 32 Prueba de normalidad de emisión de metano proveniente del cultivo de arroz según tipo de riego aplicado.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 33 Rangos relacionados para la emisión de metano emitido de los cultivos de arroz en el fundo el Triunfo.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 34 Prueba de hipótesis para la emisión de metano emitido de los cultivos de arroz en el fundo el Triunfo.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 35 Prueba de hipótesis del crecimiento de la planta según tipo de riego aplicado.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 36 Prueba de hipótesis del crecimiento de arroz según el tipo de riego aplicado.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 37 estadísticos descriptivos en los valores de los parámetros físico-químico según riego empleado.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 38 Pruebas de normalidad de parámetros físico-químicos de los suelos según el tipo de riego aplicado</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 39 Prueba de hipótesis para las propiedades fisicoquímicas de los suelos según el tipo de riego aplicado</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 40 Prueba de hipótesis para la variación del pH según tipo de riego....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 41 Resultados de la caracterización de suelos en las zonas analizadas</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 42 Resultado de los coeficientes hídricos del suelo el fundo el Triunfo en las 2 zonas muestreadas.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 43 Resultados físicos preliminares del agua del Fundo el Triunfo.....</i>	<i>128</i>

<i>Tabla 44 Parámetros fisicoquímicos del agua</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 45 DQO del agua del Fundo el Triunfo</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 46 OD₀ para conocer el DBO₅ de las aguas del Fundo el Triunfo</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 47 OD_t para conocer el DBO₅ de las aguas del Fundo el Triunfo</i>	<i>130</i>
<i>Tabla 48 Tabla resumen del cálculo del DBO₅</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 49 Parámetros físico-químicos del suelo con riego intermitente</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 50 Parámetros físico-químicos del suelo con riego inundado</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 51 Emisiones de metano en cada etapa del ciclo fenológico del cultivo de arroz en el Fundo el Triunfo</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 52 Resumen del crecimiento de arroz del grupo de riego intermitente por fases y etapas</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 53 Resumen del crecimiento de arroz del grupo de riego inundado por fases y etapas</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 54. Tamaño de espigas en el cultivo de arroz</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 55 Producción de arroz</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 56 Consumo de agua por etapas según tipo de riego</i>	<i>139</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1 Porcentaje de superficies cultivadas por tipo de cultivo en el departamento de Amazonas 2007 - 2008</i>	<i>12</i>
<i>Gráfico 2 Porcentaje de superficies cultivadas por tipo de cultivo</i>	<i>13</i>
<i>Gráfico 3 Gráfico porcentual de taxonomía de suelos</i>	<i>14</i>
<i>Gráfico 4 Sistema de riego intermitente en un estudio del cultivo de arroz en Uruguay.....</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 5 Uso de suelo en el Fundo el Triunfo (%).....</i>	<i>41</i>
<i>Gráfico 6 Modelo de sistema de riego intermitente y riego inundado aplicado al cultivo de arroz en el Fundo el Triunfo.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico 7 Aplicación de RI en la etapa de plántula</i>	<i>104</i>
<i>Gráfico 8 Variación de la MO según tipo de riego</i>	<i>133</i>
<i>Gráfico 9 Representación gráfica de las emisiones de metano por tipo de riego aplicado.....</i>	<i>134</i>
<i>Gráfico 10 Comparación del crecimiento de arroz en ambos riegos.....</i>	<i>137</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 “Agricultores trasplantando arroz”</i>	16
<i>Figura 2 “Ciclo fenológico de la planta de arroz”</i>	18
<i>Figura 3 “Partes del grano de arroz”</i>	18
<i>Figura 4. “Mapa de uso de suelo en el Fundo el Triunfo”</i>	40
<i>Figura 5 Área sin cultivar</i>	41
<i>Figura 6 Terrenos cultivados</i>	42
<i>Figura 7: Muestra en estudio del Fundo el Triunfo”</i>	43
<i>Figura 8 “Recorrido en forma de cuadrícula (A), Zig-zag (B) y en x (C)”</i>	44
<i>Figura 9 “Técnica de muestreo de suelo en recorrido Zigzag”</i>	44
<i>Figura 10 “Realización de calicatas”</i>	46
<i>Figura 11 Vista de horizontes A y B de la calicata N° 01 de la zona 1</i>	47
<i>Figura 12 “Proceso de colección de la sub-muestra”</i>	47
<i>Figura 13 “Muestra colectada y codificación de muestra”</i>	48
<i>Figura 14. “Desbroce del suelo – Horizonte 0”</i>	50
<i>Figura 15. “Colección e integración de sub-muestras”</i>	51
<i>Figura 16 “Método de la palana”</i>	51
<i>Figura 17 “Muestras rotuladas”</i>	52
<i>Figura 18 “Muestras rotuladas”</i>	53
<i>Figura 19 “Solución preparada”</i>	55
<i>Figura 20 “Solución vira a un color violeta”</i>	55
<i>Figura 21 “Proceso de Titulación”</i>	56
<i>Figura 22 Delimitación de terreno</i>	59
<i>Figura 23 Limpieza de terreno</i>	60
<i>Figura 24 Vegetación nativa</i>	60
<i>Figura 25. Macrofauna del suelo: Babosa</i>	61
<i>Figura 26 Suelo desnudo</i>	61
<i>Figura 27 Delimitación del terreno</i>	62
<i>Figura 28 Canal general de reparto de agua para los agricultores del sector Tigrepampa</i>	63
<i>Figura 29 Compuerta o llave control de acceso al Fundo el Triunfo</i>	63
<i>Figura 30 Acceso de agua al cultivo en estudio</i>	64
<i>Figura 31 Humectación del terreno de estudio</i>	64
<i>Figura 32 Humectación del terreno de estudio</i>	65

<i>Figura 33 Uso de maquinaria y remoción del suelo.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 34 Uso de maquinaria y remoción del suelo.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 35 Diseño de pozas para cultivo</i>	<i>67</i>
<i>Figura 36 Diseño de pozas para cultivo</i>	<i>67</i>
<i>Figura 37 “Etiqueta de certificación de semilla”</i>	<i>70</i>
<i>Figura 38 “Etiqueta de empresa productora de semilla”</i>	<i>70</i>
<i>Figura 39 Arroz con caleóptido.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 40 Agua disponible según clasificación textural del suelo.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 41 “Medidas del canal de agua”</i>	<i>78</i>
<i>Figura 42. Materiales usados para la respiración del suelo.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 43. Cámaras para la medición de metano.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 44“Blister para medición de metano”</i>	<i>83</i>
<i>Figura 45. “Materiales usados para la medición de metano en campo”</i>	<i>83</i>
<i>Figura 46 “Hidrógrafo”</i>	<i>85</i>
<i>Figura 47. Prendimiento de la planta.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 48 Plántula de arroz, aparición de la segunda hoja.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 49 Plántula de arroz y Medición de plántulas</i>	<i>88</i>
<i>Figura 50 Plántula en riego inundado.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 51 Plántula en riego intermitente.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 52 Riego Inundado</i>	<i>90</i>
<i>Figura 53 Riego intermitente</i>	<i>91</i>
<i>Figura 54 Evidencia de los primeros macollos.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 55. Medición etapa de macollaje.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 56 Campo en macollamiento.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 57. Presencia de los primeros macollos preñados</i>	<i>93</i>
<i>Figura 59. Campo de cultivo en etapa de preñez al 10 de abril del 2018</i>	<i>94</i>
<i>Figura 59. Ensanchamiento de tallo y macollos preñados al 20 de abril del 2018</i>	<i>94</i>
<i>Figura 60 Inflorescencia en el campo de arroz.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 61. Primeras inflorescencias en todo el campo de cultivo</i>	<i>95</i>
<i>Figura 62. Espigas en floración en los 2 grupos de estudio</i>	<i>96</i>
<i>Figura 63. Formación de espigas con granos definidos.</i>	<i>96</i>
<i>Figura 64. Planta en floración.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 65 Planta en estado lechoso</i>	<i>98</i>

<i>Figura 66 “Planta de arroz con decaimiento de espigas”</i>	98
<i>Figura 67 “Actividad de cosecha con Máquina cosechadora en el campo”</i>	99
<i>Figura 68. “Recolección de granos de arroz en sacos”</i>	100
<i>Figura 69 “Campo cosechado”</i>	100
<i>Figura 70. Formación de pozas</i>	102
<i>Figura 71 “Riego intermitente a capacidad de campo”</i>	106
<i>Figura 72. Control del riego en el cultivo de arroz</i>	108
<i>Figura 73. Cámara instalada y codificada</i>	112
<i>Figura 74. Sistema de captación de gas metano</i>	113
<i>Figura 75. Toma de metano en arroz. Macollamiento</i>	113
<i>Figura 76. Cambio de coloración en el blíster de medición (RT y RI)</i>	114
<i>Figura 77. Medición de la temperatura del suelo en el Riego intermitente y en el Riego inundado al momento de la medición de metano</i>	114
<i>Figura 78 “Clase textural de los suelos del Fundo el Triunfo según el triángulo de la USDA”</i>	126

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el fin de determinar la eficacia de la aplicación de riegos intermitentes para reducir los niveles de emisión de metano provenientes del cultivo de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba. Para ello, se eligió como población al fundo el Triunfo con una extensión territorial de 34,3 Ha. Se realizó un muestreo preliminar del fundo con el fin de conocer las propiedades físicas y químicas del suelo y establecer una muestra principal para el desarrollo del cultivo. Según el resultado preliminar de análisis de suelos se identificó en su mayoría pertenecía a una estructura limo-arcillosos. Adicional a ello se hicieron lo análisis edafológicos y parámetros hídricos.

En el presente estudio se pretende evaluar la incidencia del manejo hídrico en los niveles de emisiones de metano provenientes de los arrozales en la zona en mención. Por lo que, se realizó la preparación del terreno para reducir la incidencia de errores por interacción de otros factores.

Para el seguimiento de los índices de emisión de metano, se hicieron 2 cultivos denominados como Grupo 1 y Grupo 2. Donde el grupo 1 es la muestra en blanco (en el cual se desarrolló el cultivo con aplicación de riego tradicional) y el Grupo 2 (Aplicación del riego intermitente). La recolección de datos de la emisión de metano fueron registrados en cada etapa fenológica del crecimiento del arroz de los 2 grupos, con el fin de asegurar la recopilación de datos y generar indicadores de emisiones y comparaciones. Así mismo, se estableció el régimen hídrico de acuerdo a los coeficientes hídricos en el suelo (capacidad de campo).

Después de los 4 meses de cultivo se obtuvo como resultado, que la aplicación de una adecuada gestión hídrica en los cultivos de arroz, reduce en 57% las emisiones de metano y 48% en ahorro de agua, comparado a la aplicación de riegos tradicionales. Así mismo, se verificó que la aplicación del cultivo no afectó la producción y crecimiento del cultivo.

Palabras claves: Cambio climático, Arroz, Agricultura, Emisiones de metano, Impacto ambiental de la agricultura, Metano, gases de efecto de invernadero.

ABSTRACT

The present study was determined to determine the methane emission levels from rice cultivation in El Triunfo Farm, Cajaruro District, and Utcubamba Province. To do this, the Triumph was chosen as a population with a territorial extension of 34.4 Ha. A preliminary sampling of the experiment was carried out in order to know the physical properties and the material of the soil and to establish a main sample for the development of the culture. According to the preliminary result of soil analysis, it was mostly identified as a silt-clayey structure. In addition to this, the soil and water parameters were analyzed.

In this study we find the response to water management in methane emission levels from rice fields in the area in question. Therefore, the preparation of the land was made to reduce the incidence of errors due to the interaction of other factors.

To monitor the methane emission rates, two crops were made called Group 1 and Group 2. Where group 1 is the blank sample (in which the crop was developed with application of traditional risk) and Group 2 (Application of intermittent irrigation). The methane analyzes were carried out at each phenological stage of the rice growth of the 2 groups, in order to ensure the collection of data and generate emission indicators and comparisons. Likewise, the water regime was established according to the water coefficients in the soil (field capacity).

After 4 months of cultivation, as a result, the application of adequate water management in rice crops was reduced by 57% methane emissions and 48% in water savings, the application of the traditional media. Likewise, it was verified that the application of the crop does not affect the production and growth of the crop.

Keywords: Climate change, Rice, Agriculture, Methane emissions, Environmental impact of agriculture, Methane, greenhouse gases.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los mayores retos al cual la humanidad se ha enfrentado, si no hacemos nada al respecto tendrá impactos negativos en miles de millones de personas. Los impactos asociados al cambio climático no se limitan a la escasez de recursos naturales, si no, que impactan en la sostenibilidad de una economía sana y demanda costos ambientales tan grandes que se vuelven incalculables,

Una de las actividades más primitivas y necesarias para el hombre, es la agricultura. Y a nivel mundial es una actividad económica necesaria para garantizar la seguridad alimentaria de todos los “7600 millones de personas en el mundo, número que según estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) siguen creciendo de manera exacerbada y que al 2030 seremos 11 millones de personas [...]” (ONU, 2017). Es por ello, que incrementar la producción agrícola es inevitable.

La mala gestión de tierras, la mala administración del agua y la intensificación de cultivos han contribuido a la generación de una cadena de impactos ambientales significativos sinérgicos.

La relación entre el clima y la agricultura es necesariamente dependiente. Se sabe que los efectos del cambio climático están afectando las condiciones edafológicas, climáticas e hídricas que determinan la continuidad de sistemas agrícolas establecidos. Sin embargo, la agricultura genera un gran aporte de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de alto poder calorífico hacia la atmósfera, Contribuyendo al cambio climático. Según la Organización de Comida y Agricultura (FAO, siglas en inglés) señala “Se espera que los efectos del cambio climático en la producción agrícola [...] se intensifiquen con el tiempo [...] Se establece que después del 2030 las repercusiones negativas del cambio climático en la productividad de los cultivos [...] serán cada vez más graves en todas las regiones (2017)

Los impactos ambientales más estudiados producidos por la agricultura intensiva, son la pérdida de productividad de los suelos, la contaminación de aguas y la fragmentación de ecosistemas. No obstante, el incremento de los gases de efecto invernadero es un factor ambiental no ajeno al desarrollo de una agricultura intensa. Estudios de la FAO, (Sf.). Indicaron “la agricultura ya

es una de las principales productoras de GEI y un aumento de su producción supone un incremento de emisiones de los mismos [...]” Por otro lado, Carmona, C. *et.al.* Sustenta “La agricultura y la producción pecuaria contribuyen ampliamente a las emisiones antropogénicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) [...] Al día de hoy las concentraciones de metano son inferiores a las de CO₂, pero se viene incrementando rápidamente y posee un efecto 21 -30 veces más contaminante respecto al CO₂” (2005)

En Perú el arroz es uno de los productos más cultivados y que forma parte de la dieta esencial de casi toda su población. Así mismo, es uno de los alimentos cuya producción es impulsada con programas establecidos por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) por considerarse como uno de los mayores sustentos alimenticios y económicos para pequeños y grandes agricultores de arrozales.

Perú es el segundo mayor productor de arroz después de Brasil con 12.25% de la producción total a nivel de Sudamérica (FAO 2013). La alta demanda de este cultivo, ha generado no solo grandes impactos ambientales en el suelo. Sino que, su producción demanda un excesivo uso de agua y cuantiosas emisiones de GEI a la atmósfera. Según el MINAGRI (2014) en uno de sus anuncios publicados por el diario Gestión indicó “El cultivo de arroz en Piura demanda la utilización de más de 20 000 m³/ha. de terreno sembrado, lo que significa 30 toneladas de sal al campo causando salinización de las tierras [...]”

A nivel nacional no ha sido muy estudiado el impacto ambiental atmosférico que generan nuestros arrozales por las emisiones de GEI. Pero existen investigaciones a nivel internacional que evidencia el aporte de los arrozales a la emisión de metano.

1.1 Realidad Problemática

El arroz es uno de los alimentos más cultivados y consumidos a nivel mundial. La FAO, indicó que “en el 2017 la producción de arroz fue de 754,6 millones de toneladas (500,8 millones de toneladas de arroz elaborado), lo que representa un 0,8 por ciento, o 5,8 millones de toneladas, más de la producción en 2016 [...] Contando en Asia con 686,1 millones de tonelada [...] En África, totaliza los 31,1 millones de toneladas [...] En el caribe y América Latina, se prevé llegar a 28,4 millones de toneladas” (Octubre, 2017).

Por otro lado, el Quinto Informe del Panel intergubernamental de expertos sobre cambio climático más conocido como el IPCC por sus siglas en inglés (2014) informan “Desde 1970 al 2010 las emisiones de GEI han continuado en aumento, con un promedio anual de crecimiento de 1,0 giga toneladas de dióxido de carbono equivalente por año (GtCO₂eq) entre el 2000 y 2010 [...] De lo cual, el sector agrícola es responsable de un cuarto de las emisiones de GEI netos (10 a 12 GgtCo₂/año) [...] De no realizarse esfuerzos adicionales para reducir las emisiones de GEI la temperatura media global para el 2100 presentará aumentos de 3,7°C a 4,8°C”

En la misma línea (Hube, S. et.al. Sf.) Sostiene “En los últimos dos siglos, la concentración de CO₂ y de N₂O en nuestra atmósfera ha aumentado un 31% y 16%, respectivamente, mientras que la concentración de metano se ha duplicado en igual periodo [...] Siguiendo el tema, (Carmona, J. et.al 2005). En un estudio publicado por la revista colombiana de ciencias peruanas sostuvo que “[...] alrededor de 500 millones de toneladas métricas/año entran en la atmósfera [...] A este ritmo, se espera que el metano cauce del 15 al 17% en calentamiento global [...]” El metano es un importante GEI contribuyente al cambio climático, especialmente a corto plazo (es decir, 10-15 años) que posee un potencial de calentamiento global 24 veces más alto que el CO₂ [...]” (Global Methane Initiative, 2010).

Uno de los mayores aportadores de la emisión de metano (CH₄) a la atmósfera en el sector agricultura, son los arrozales inundados debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica con un flujo de 60 TgCH₄/año (tera gramos de metano anuales) y un rango de 20 a 100 TgCH₄/año lo que representa entre el 5% y el 20% de emisión total de CH₄ a

nivel de fuentes antropogénicas. (Hube, S. et.al. Sf.) Sin embargo, el metano agrícola presenta oportunidades únicas considerando tecnologías o prácticas aplicadas a las etapas de cultivo a bajo costo.

A nivel nacional el Perú es un país netamente arrocerero según el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2017) “En el Perú, el arroz es el primer producto en área sembrada y cosechada, muy por encima del café, papa y maíz amarillo; con 380,000 hectáreas en promedio, se ha constituido en uno de los componentes esenciales de la canasta básica familiar de los peruanos”. Así mismo, su producción se incrementa a un ritmo de 31% anual y 2.2% la superficie cosechada desde el 2001 al 2016 [...] Datos según el boletín anual de Informe de Arroz (MINAGRI, 2017)

La mayor parte de la producción arrocerera en el Perú se desarrolla bajo prácticas agrícolas que difieren de la sostenibilidad ambiental. Tal es el caso de los suelos inundados, que son responsables del 5 al 10% de emisión de metano. Según datos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) en el 2012, Publicado por el MINAM, las emisiones de GEI fueron de ochenta y cuatro mil quinientos sesenta y siete Giga gramos en CO₂ equivalente (84567,62 Gg CO_{2eq.}) Con un incremento de 41% respecto al 2004. Siendo la Agricultura responsable de 26074 Gg CO_{2eq.} (2012). Según la Secretaría General de la comunidad Andina (2008), estimó los costes económicos producidos por el efecto del cambio Climático en países andinos como el Perú, ascienden una pérdida relativa al 2025 en un 4.4% del PBI.

Por ello, es importante que a nivel nacional se consideren medidas conducentes a un crecimiento económico sostenible y lograr un desarrollo bajo en carbono que contribuya con la meta global de estabilizar el aumento de la temperatura a no más de 2°C (MINAM 2016).

El departamento de Amazonas aporta con el 10% de la producción de arroz a nivel nacional, destacando la provincia de Utcubamba con el 85,6% del área cosechada en la región. (Informe de Arroz MINAGRI, 2017). Eminentemente Utcubamba es una provincia agropecuaria y el arroz es el

cultivo agrícola más importante en volumen y valor productivo con 250 mil toneladas métricas junto a la provincia de Bagua (Limachi, L. 2010).

La provincia de Utcubamba comprende 7 distritos de los cuales el distrito de Cajaruro es el de mayor extensión territorial y contiene la más alta producción arrocería a nivel de Utcubamba. El Fundo el Triunfo, está ubicado en el distrito de Cajaruro al margen derecho del río Utcubamba, a una altitud de 796 metros sobre el nivel del mar (msnm) con temperatura promedio de 30°C, cuenta con 33,5 Hectáreas (Ha.) de las cuales el 53% de sus tierras están dedicadas al cultivo de arroz mediante riegos inundados. Donde, la producción de arroz promedio está en un rango de 7000 a 7500 Kg de arroz por Ha. Sin embargo, no existen estudios en la zona donde se haya estimado las emisiones de metano producidos por los arrozales, tampoco la cantidad de agua invertida en el cultivo.

1.2 Trabajos Previos

Trabajos Internacionales

Según Andrade, H. et al. (2014). en su investigación “Huella de carbono del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en el municipio de Campoalegre, Huila, Colombia” para la revista Cambio Climático, siguiendo el marco metodológico es de tipo aplicado, enfoque cuantitativo nivel explicativo y diseño experimental, en el que indica.

“El análisis de la huella de carbono implica estimar las más importantes fuentes o sumideros de las emisiones de GEI [...] El arroz tiene una enorme importancia mundial en términos alimentarios, sociales y de emisión de GEI. Por un lado, para cerca de la mitad de la población mundial este cereal es su alimento básico, el cual se produce en aproximadamente 153 millones de hectáreas (11% de la tierra arable mundial; Faostat, 2011); por otro lado, 30% de las emisiones globales de metano [...] provienen de campos de arroz” [...]

El Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA) realizó un estudio en el Delta del Ebro en España en el periodo 2015-2017 titulado “El

riego, la clave para disminuir las emisiones de metano en los arrozales” siguiendo un marco metodológico aplicado, cuantitativo y descriptivo. Donde se propuso un sistema para reducir las emisiones de GEI provenientes de arrozales mediante la gestión del agua. El objetivo fue evaluar la eficacia de un sistema alternativo de producción denominado “Alternate Wetting and Drying” (ADW) bajo un enfoque integrado que analice la relación de la prácticas agrarias con las características propias del campo. Esta práctica consiste en inundar los campos de 2 a 5 centímetros de agua, dejarlos secar hasta que el suelo llegue al límite de humedad necesaria e inundarse otra vez. En el estudio se concluyó, que el sistema de riego intermitente puede reducir de un 15 a un 30 % el consumo de agua y hasta un 48% a un 90% la emisión de metano, sin afectar la producción. Sin embargo, los resultados pueden variar de acuerdo a las condiciones climáticas y variabilidad geofísica de los suelos” (2015).

En esta misma línea Elena Sanchis en su Trabajo con fin de Máster en Gestión Ambiental, titulado Emisiones de Gases en el cultivo del arroz: Efecto de la gestión de la paja. Desarrollado en Valencia, España el año 2014 con marco metodológico de tipo aplicado, cuantitativo y experimental. Cuyo objetivo fue cuantificar las emisiones de CH₄ según distintas técnicas de gestión de la paja de arroz, en su investigación sostuvo

“En España, las emisiones en la agricultura representaron en el año 2012 un 11,1% de las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo el segundo sector más importante tras el sector energético en cuanto a las emisiones globales contabilizadas como CO₂-eq [...] En lo que respecta a las emisiones de CH₄ y N₂O, el sector agrario resulta ser el más significativo a nivel nacional, siendo responsable, en el año 2012, de casi el 50% de las emisiones de CH₄ y de algo más del 84% de las de N₂O [...] A nivel mundial, el cultivo del arroz libera anualmente en torno a 60-100 millones de toneladas de CH₄, contribuyendo sustancialmente al calentamiento global de la atmósfera. Esto supone que alrededor del 5-19% de las emisiones antropogénicas de CH₄ son debidas al cultivo de arroz” (Elena, 2014)

Por otro lado Ronald L. Sass. Y otros colaboradores del Departamento de Ecología y Biología evolutiva de Rice University en Estados Unidos.

Presentaron un artículo científico titulado Emisión de metano de la agricultura de arroz en el año 2013. Siguiendo el marco metodológico de tipo aplicado, alcance explicativo y diseño experimental. Cuyo principal objetivo fue realizar un estudio comparativo de las emisiones de metano bajo diferentes condiciones en las principales zonas arroceras, donde se llegó a la conclusión que “[...] En suelos de alta producción de metano, se encontró que la emisión de metano se reduciría a 58% mediante el aumento de las tasas de percolación [...] Una comparación de las emisiones de metano de los arrozales en Beijing y Nanjing, China, utilizando una adiciones de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y manejo del agua [...] En general, se observó emisiones de metano alrededor de 3,3 veces más altas en Beijing, a pesar de que la temperatura media es mayor en Nanjing. El suelo de Beijing es arcillo arenoso con un contenido de materia orgánica del 1,33%, mientras que el de Nanjing el suelo es tierra arcillosa de color amarillo-pardo con un contenido de materia orgánica de 2,29%”

Según Virginia Pereyra en su tesis de licenciatura en ciencias biológicas de tipo aplicado de alcance explicativo y diseño experimental titulado “Emisiones de metano y óxido nitroso en arrozales de la zona este del Uruguay: El manejo de cultivo como factor determinante” en 2009 cuyo objetivo fue cuantificar in situ las emisiones de CH₄ y N₂O en arrozales de la zona este del Uruguay y evaluar la incidencia del cultivo sobre ellas. En donde se concluye que el pH, la temperatura, el potencial redox del suelo y su contenido de carbono orgánico son determinantes en los procesos microbianos que producen metano. Debido que, la concentración tanto de materia orgánica (MO) como de oxígeno regula la metanogénesis. Es por ello, que un aumento de MO en suelos anegados favorece el proceso metanogénico. [...] Adicional a ello, menciona que el transporte de metano hacia la atmósfera se da mayormente a través de la planta. (Pereyra, 2009)

En esta misma línea Gonzales y Ramírez (2005) en un estudio para la Revista internacional de Contaminación Ambiental, en base a la relación de pH con las emisiones de metano proveniente de excretas de bovino, se concluyó que cuando la variación del pH en diferentes sistemas [...] decrece hasta valores próximos a 6 unidades, la producción de metano es inhibida drásticamente.

Por el contrario, si el pH inicial tiene valores superiores a 7 unidades su variación es lenta [...] Sin embargo, las bacterias metanogénicas [...] por ser acidofílicas, a medida que se reproducen hacen que las muestras de excretas incrementen su acidez, generando que el pH descienda al punto que la humedad de las muestras sea suficiente para que la colonia de bacterias sobreviva, [...] pero si la humedad desciende demasiado, entonces la población de bacterias empieza a bajar hasta llegar a cero, acción que incide en un ligero incremento del pH a partir de su valor mínimo, pero reduciendo las emisiones de metano.

En una investigación realizada por la universidad de Pamplona, Colombia (2016) publicada por la revista de la facultad de ciencias básicas, sobre la cinética de las bacterias metanogénicas en diferentes condiciones, argumentó que [...] La metanogénesis es el último paso del proceso de degradación anaerobia de la materia orgánica En esta etapa, la mayor parte de la energía química contenida en el sustrato es convertida en metano por actuación de las bacterias metanogénicas [...] La acción coordinada de los grupos bacterianos provoca que el pH del medio se estabilice en valores ligeramente alcalinos, en el rango de 7.4 a 8.5 dependiendo de la temperatura de trabajo. (Jorge Ortiz, y otros, 2016)

En el mismo contexto según Sánchez Salvador, (2012) en su tesis La Importancia del potencial redox en la biogeoquímica de los ecosistemas acuáticos Master en gestión cambio global. Menciona que “el potencial redox es la manera de medir la energía química de oxidación-reducción mediante un electrodo [actividad de los electrones], convirtiéndola en energía eléctrica. El potencial redox es positivo cuando hay un proceso de oxidación y negativo en una zona reductora. Usualmente, las reacciones redox están en función del pH, [...] En suelos inundados la difusión de oxígeno es muy lenta, por lo que el potencial redox, tiende a disminuir y se generan medios reductores, condiciones para desarrollarse bacterias anaerobias reductoras del sulfato y del metano, entre algunos protozoos y nematodos.”

Según (Alveiro, y otros, 2005) la Densidad aparente (DA) es una propiedad del suelo muy usada en la agricultura, por su relación con el manejo de riego y suelos [...] Es la característica más influente en la productividad de los

cultivos, debido a su dependencia con otras propiedades de los suelos [...] Cuando la densidad aparente del suelo aumenta, se incrementa la compactación y se afectan las condiciones de retención de humedad, lo que frena el crecimiento normal de las raíces. [...] La relación de la DA con la Materia orgánica del suelo (MO) es inversamente proporcional. En suelos de textura fina la DA varía entre 1 y 1,2 g/cm³ mientras que en suelos arenosos la DA es mayor y puede variar entre 1,2 y 1,6 g/cm³ [...].

Según Lincoln, *et. al.* (2016) en un estudio realizado por el departamento de Agricultura de la Universidad de Florida, mencionaron que “Los suelos contienen diferente capacidad hídrica dependiendo de sus textura y estructura [...] por lo que, después de cualquier evento climático (lluvia) satura a los suelos y se efectúa el drenaje. La velocidad del drenaje está relacionado a la conductividad hidráulica del suelo, que a su vez es definida por la capacidad de campo. En este sentido, la velocidad de drenaje es mayor en suelos arenosos comparados a los suelos arcillosos. ” (Lincoln, y otros, 2016)

Nivel nacional

El Ministerio de Salud según Resolución ministerial N° RM N° 730-2010/MINSA manifiesta que la Dirección General de Salud Ambiental implementa un “Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control Vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú” Dicho proyecto se desarrolló en cuyo objetivo es desarrollar una estrategia sostenible para el control vectorial de la malaria con la implementación del riego con secas intermitentes en cultivos de arroz en regiones priorizadas. Siendo de aplicación en los Departamentos de Lambayeque, Piura, Tumbes, San Martín y La Libertad. [...] La técnica consiste en cambiar la forma de riego tradicional con inundación permanente del terreno, por riegos con periodos de secas, en el cual se logró demostrar que la aplicación del riego con secas [...] disminuye en 20% aproximadamente del gasto promedio en el agua de riego calculado en 14,000 m³ por hectárea con riego de inundación. Así mismo, los rendimientos de cosecha promedio de los campos con secas intermitentes fueron

superiores en 20,6% al promedio hídrico para Pítipo [...] A la fecha, se ha obtenido resultados similares en Piura y San Martín” (MINSA, 2010)

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Aspectos generales del cultivo de arroz en la región de Amazonas

1.3.1.1 Caracterización Del Sector Agrario Regional

Según el MINAGRI en el Plan Estratégico Regional Agrario de Amazonas, informa “La Región de Amazonas se encuentra ubicada en la zona nororiental del país, entre los paralelos 02°59` y 06°59` de latitud sur y el meridiano 77°10` y 78°45` [...] Con una extensión territorial de 39,249.13 Km² que representa el 3.05% del territorio nacional [...] Debido a su perfil topográfico y diversidad geológica, es poseedor de un clima que varía desde 40 °C al norte hasta 2 °C en las cordilleras del sur. La temperatura promedio es de 24 °C y su promedio anual de precipitación es de 800 mm. La relación de evapotranspiración potencial en la zona está comprendida entre 4.00 a 8.00 [...]”

Desde sus inicios la Región de Amazonas ha sido un departamento exclusivamente agrícola. Fue Sede de la cultura Kuelap conocida también como los Sachapuyos o Chachapoyas, nombre que da origen a la ciudad capital de Amazonas. Según el MINAGRI (2009) “Los Chachapoyas, desarrollaron una agricultura en función a las condiciones edafoclimáticas de la zona. Por lo que, usaron tecnologías conservacionistas en manejo y gestión del suelo y agua [...]”

1.3.1.2 Estructura productiva del sector agrario regional

Amazonas es un departamento dedicado en su mayoría a la actividad agropecuaria. El sector productivo desarrollado en esta zona comprende una serie de productos que gracias a las condiciones edafoclimáticas de la región favorece el crecimiento de cultivos que poseen características y necesidades distintas.

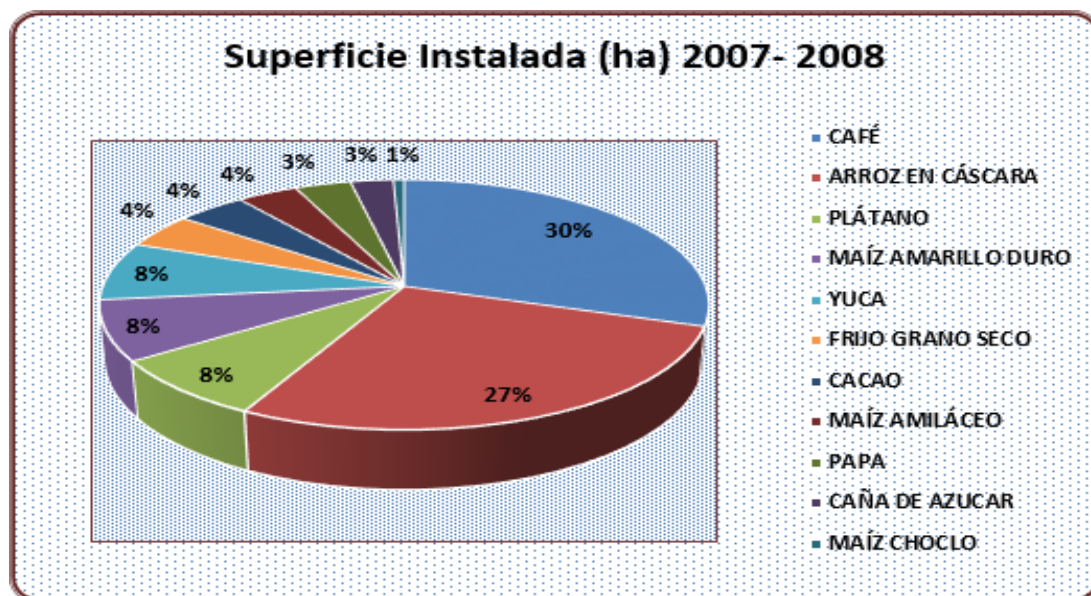
En base a ello el MINAGRI (2009) en el Plan Estratégico Regional Agrario Amazonas sustenta que gracias a la biodiversidad que cuenta el

departamento de Amazonas, favorece el desarrollo de una potencial actividad agrícola, los datos se ven representados en la siguiente tabla N° 01.

Tabla 1 Productos cultivados y la superficie usada en la región de Amazonas

CULTIVOS	Producción TM	Superficie instalada (ha) 2007 - 2008
CAFÉ	18 341,33	46 369,00
ARROZ EN CÁSCARA	213 615,33	42 442,00
PLÁTANO	112 896,50	12 133,00
MAÍZ AMARILLO DURO	16 381,67	12 010,00
YUCA	118 151,00	11 677,00
FRIJOL GRANO SECO	5 019,00	6 921,00
CACAO	3 047,83	6 561,00
MAÍZ AMILÁCEO	6 567,17	5 721,00
PAPA	56 700,67	5 279,00
CAÑA DE AZÚCAR	197 407,50	4 034,00
MAÍZ CHOCLO	8 391,00	1 015,00

Fuente: Plan estratégico Amazonas – MINAGRI (2009)



Fuente: Plan estratégico Amazonas – MINAGRI (2009)

Gráfico 1 Porcentaje de superficies cultivadas por tipo de cultivo en el departamento de Amazonas 2007 - 2008

En Amazonas, el arroz es el segundo producto más cultivado y de mayor importancia, ocupando cerca de 26000 Has cultivadas. Los arrozales ocupan el 90% de la superficie en condiciones de riego [...] Por lo que, se estima que en los valles amazonenses el rendimiento promedio del arroz es de 6000 Kg/ha. (MINAGRI, 2009).

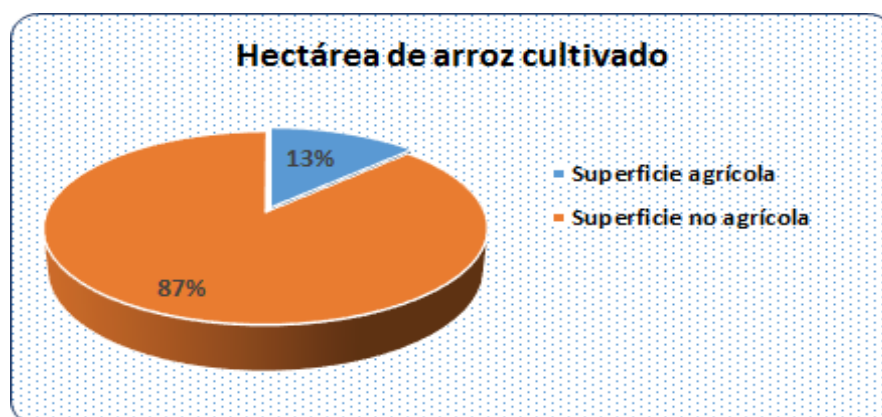
1.3.1.3 Recurso suelo en la región

Según el Ministerio de Agricultura (2009), “El departamento cuenta con una superficie de tierras de 1252,102.17 Ha. De los cuales, el 12.77% pertenece a la superficie agrícola, de los cuales solo el 16% pertenece a cultivo bajo riego. (Ver tabla N° 02).

Tabla 2 “Clasificación de tierras por uso potencial o aptitud del suelo”

Clasificación de tierras por uso potencial o aptitud mayor		
	Ha.	%
SUPERFICIE AGRÍCOLA	159 934,36	12,77
Bajo riego	25 182, 85	2,01
En secano	134 751,51	10,76
SUPERFICIE NO AGRÍCOLA	1 092 167,81	87,23
Pastos naturales	815 099,61	65,10
Montes y bosques	212 371,19	16,96
Otra clase de tierras	64 697,01	5,17
Total	1 252 102,17	100

Fuente: Plan Estratégico regional exportador – Amazonas



Fuente: Departamento de Amazonas 2007 – 2008

Gráfico 2 Porcentaje de superficies cultivadas por tipo de cultivo

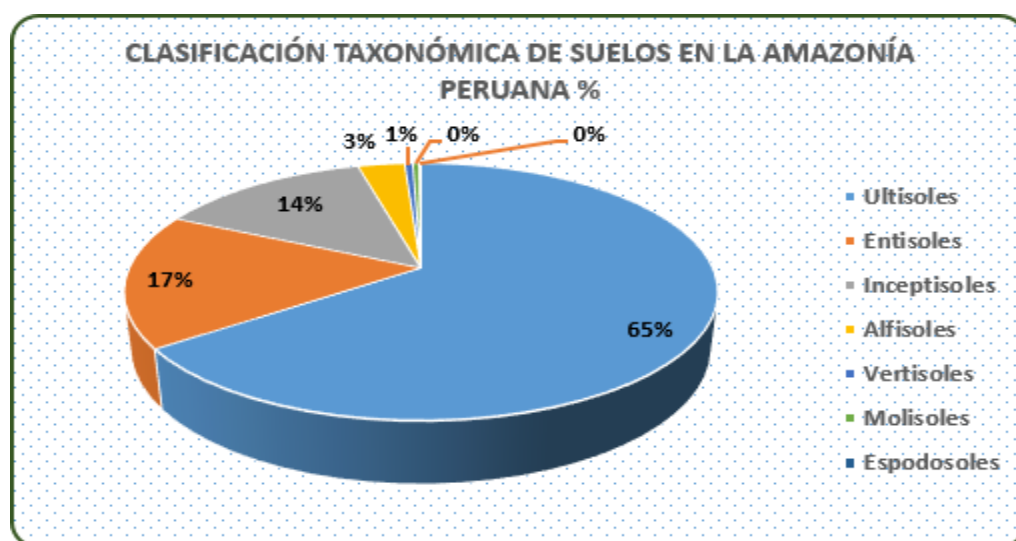
Fuente: Plan Estratégico regional exportador – Amazonas 2007 – 2008

El departamento de Amazonas es una región ubicada tanto en ceja de sierra y ceja de selva, debido al factor altitud. Es por ello, que ha desarrollado una amplia variedad climatológica así como edafológica. Según Rodríguez, F. *et.al.* En un estudio para la revista Folia Amazónica del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. Indicaron “[...] debido a los diversos eventos geológicos suscitados en el interior de la región y la acción de factores climáticos e hidrológicos, han originado relieves típicos con rasgo diferenciales para cada forma de tierra [...]” (1991).

Tabla 3 “Clasificación taxonómica de suelos en la Amazonía peruana”

Clasificación taxonómica de suelos en la Amazonía peruana (en millones de hectáreas)		
SUELOS DOMINANTES	ÁREA	%
Ultisoles	49,20	65,00
Entisoles	12,80	17,00
Inceptisoles	10,50	14,00
Alfisoles	2,30	3,00
Vertisoles	0,40	1,00
Molisoles	0,30	-
Espodosoles	0,10	-
TOTAL	75,60	100,00

Fuente: INPA (1984)



Fuente: INPA (1984)

Gráfico 3 Gráfico porcentual de taxonomía de suelos

1.3.2 Conceptos generales del cultivo de arroz.

1.3.2.1 Procesos del sistema convencional del cultivo de arroz

En cuanto al cultivo de arroz existen diversas técnicas así como sistemas de siembra directa o indirecta. Sin embargo, la mayoría de técnicas usan riego por inundación. Una práctica alejada de los criterios de sostenibilidad, pero lidera el proceso convencional practicada por gran parte de los agricultores.

Las etapas que comprende este sistema según la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras (SAG) son:

- a) **PREPARACIÓN DEL TERRENO:** Es el movimiento de tierras usualmente realizado con tracción animal o con equipo automotor. Una preparación adecuada del suelo, mejora el aprovechamiento hídrico en el cultivo, reduce la pérdida de nutrientes por percolación o lixiviación de suelos, controla el crecimiento de las malezas y evita la incidencia permanente de plagas. Aunque el principal objetivo del agricultor es terminar con la maleza existente en el terreno.
- b) **FORMACIÓN DE ALMÁCIGOS:** Preparación de una pequeña parte del terreno en relación de 1 a 10, para sembrar la semilla. Generalmente mediante el boleó.
- c) **FANGUEO O BATIDO:** Como parte final de la preparación del terreno, la labor consiste en formar un barro que se transporta de las partes altas a las bajas, realizando una nivelación bajo agua.
- d) **TRASPLANTE:** Se realiza cuando el arroz ha llegado a la fase de plántula en el semillero o almácigo que se ha formado. El proceso consiste en retirar con cuidado las plántulas de arroz del semillero y transplantarlas en el terreno definitivo, quien debe estar correctamente preparado y con los niveles adecuados de agua para evitar el estrés hídrico en la plántula trasplantada. Usualmente el trasplante se realiza a una profundidad de 2 a 3 cm dejando una distancia entre 15 a 20 cm.



Fuente: Kittipan Damrongmaneerat
Figura 1 "Agricultores trasplantando arroz"

- a) **FERTILIZACIÓN:** Es el abono químico que se aplica a las plantas de arroz en cada etapa de su crecimiento. Usualmente se usa la Urea y los fosfatos.
- b) **COSECHA:** Una vez llegada a la etapa de madurez, se inicia a la etapa de cosecha. Por lo general los campos de arroz se encuentran secos y se procede al corte de las plantas para la extracción del grano en cáscara.

En la misma línea; Capurro, C. *et.al.* (2015) En su trabajo de investigación dirigido por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay. Indican "En un sistema tradicional de arroz, el tiempo de cultivo está comprendido entre 140 - 150 días, desde la siembra hasta la madurez [...] en las primeras etapas de la siembra, (antes de los 30 Días Después de la Emergencia que es donde se establece la inundación del terreno) las condiciones climáticas determinan la frecuencia del riego para evitar el estrés de la planta. [...] Los fertilizantes generalmente usados son el fósforo, nitrógeno y potasio. En época de macollaje y primordio floral se realiza la fertilización con urea al voleo [...]"

2.1.1.2 Fases de crecimiento de la planta de Arroz

Según el (MINAGRI. S.f.) "El arroz es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia de las Gramíneas, a la subfamilia de las Panicoideae y a la tribu Oryzae. El nombre científico es *Oryza sativa* [...]". Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras en su Manual técnico

para el cultivo de arroz, explica que “hay una amplia variedad de tipos de arroz tanto silvestres como cultivados. Sin embargo, comparten las mismas fases de crecimiento, cada fase comprende más de una etapa de desarrollo de la planta dentro de su ciclo fenológico” (2003). La SAG de Honduras describe las siguientes fases: Fase Vegetativa, Fase reproductiva y Fase de madurez”.

Fase Vegetativa:

“Esta fase tiene una duración media entre 55 a 60 días. Comprende la etapa de germinación, macollamiento y espigazón. En esta fase se puede estimar la productividad del arroz basado en el número de espigas contenidas en cada planta o por unidad de superficie. Esto se debe al macollaje que forma parte de uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz”. (SAG, 2003).

Según Olmos, S. (2006) Indica que esta etapa se caracteriza por “un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares [...]”

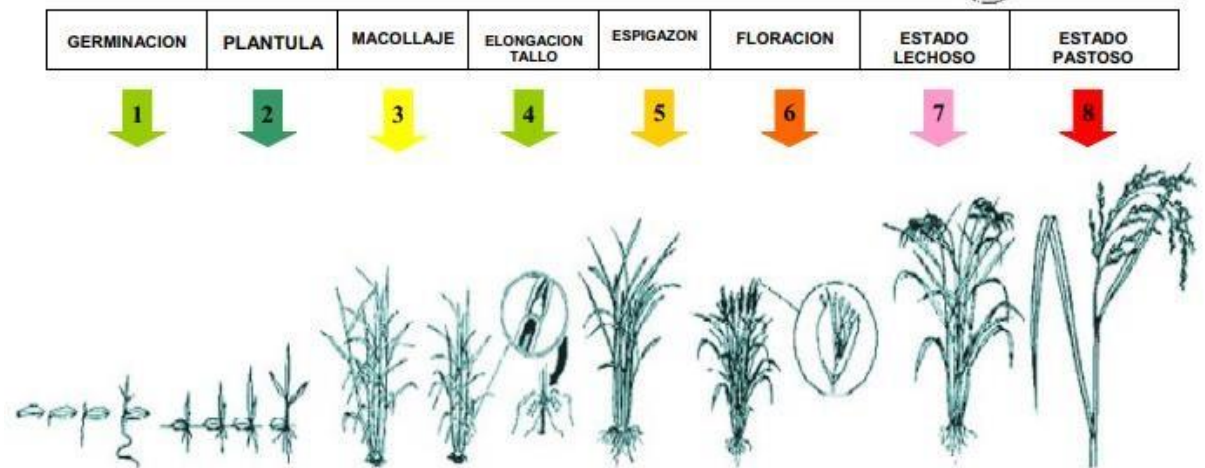
Fase Reproductiva:

Esta fase dura de 35 a 40 días y comprende desde el inicio del primordio floral [...] hasta la floración. Se caracteriza por el declinamiento del número de macollos, la emergencia de la hoja bandera y engrosamiento del tallo. En esta fase se puede estimar si el rendimiento va a ser bueno o malo, porque determina la cantidad de granos que habrán en cada panícula (SAG, 2003)

Fase de Madurez:

Esta es la última fase de la planta, comprende desde la emergencia de la floración, el desarrollo y llenado de los granos, hasta la cosecha propiamente dicha, tiene un tiempo de duración entre 30 a 40 días. Esta fase es considerada como el tercer componente de rendimiento del cultivo de arroz, debido que es aquí donde se determina el peso del grano a la madurez. (SAG, 2003)

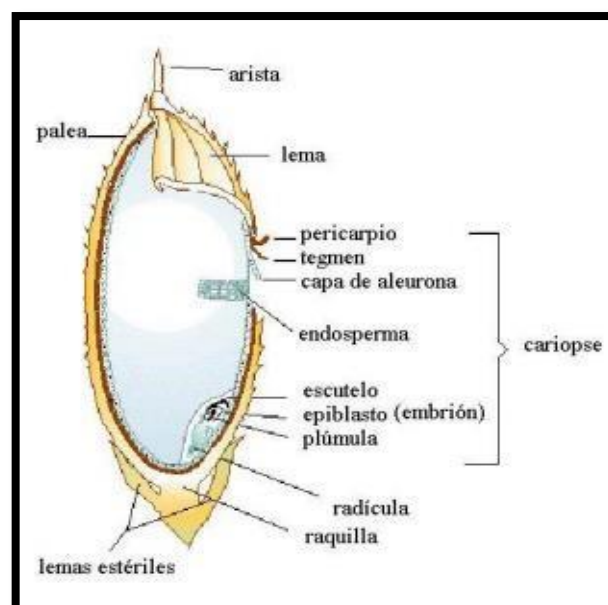
Ciclo Fenológico: La planta de arroz comprende el siguiente ciclo fenológico o etapas de crecimiento que son: La germinación, plántula, macollaje, elongación de tallo, espigazón, floración, estado lechoso y estado pastoso. A continuación se detalla en qué consiste cada etapa según el MINAGRI.



Fuente: MINAGRI (2008)

Figura 2 "Ciclo fenológico de la planta de arroz"

a) GERMINACIÓN: Esta etapa da inicio a la fase vegetativa, comienza cuando la radícula o coleoptilo (vaina que recubre al embrión) emerge del cariopse. Si la semilla de arroz está expuesta al anegamiento y a una gran profundidad de siembra, la germinación será pobre (Olmos, S. 2006).



Fuente: Olmos, S. 2006

Figura 3 "Partes del grano de arroz"

- b) **PLÁNTULA:** En esta etapa inicia la formación de la segunda o tercera hoja, la planta embrionaria vive de forma autónoma, mediante los elementos nutritivos que obtiene de las reservas acumuladas en la propia semilla. (MINAGRI).
- c) **MACOLLAJE:** El macollamiento comienza cuando la plántula está establecida, cada tallo de la planta está formado de una serie de nudos y entrenudos y cada nudo superior tiene una hoja (lámina) y una yema, la cual puede desarrollar un macollo.
- d) **ELONGACIÓN DEL TALLO:** Formación interior de la inflorescencia que da inicio a la prolongación del macollo desde el último nudo (primeras plantas preñadas).
- e) **ESPIGAZÓN:** Es la fase de la aparición de las primeras inflorescencias visibles (Panícula u hoja bandera).
- f) **FLORACIÓN:** Se observa las inflorescencias visibles (Panícula) en casi todo el campo.
- g) **ESTADO LECHOSO:** Después de la floración, empieza la formación y llenado de granos (líquido lechoso en la cáscara) Este proceso es importante para estimar la producción de arroz en esa campaña.
- h) **ESTADO PASTOSO:** En esta etapa los granos van endureciendo dentro de la cáscara, la panícula dobla su punta en arco de 180°.

2.1.1.3 Condiciones agro-ecológicas para el cultivo de arroz.

El arroz posee un sistema aerenquimal, que facilita el paso del aire atmosférico a través de los estomas de las hojas hacia la base de la planta. El oxígeno llega a los tejidos junto con el paso del aire hasta la parte interna de las raíces. Es por ello, que los suelos inundados no son un problema para el desarrollo productivo de los arrozales. Este sistema, de respiración de la planta de arroz genera una interface entre el suelo y el agua de oxidación-reducción. (Sanchís, E. 2014)

Para mejorar la producción en arrozales, los cultivos necesitan estar sometidos a una suficiente radiación, temperaturas relativamente altas, y

tener suficiente disponibilidad hídrica. En esta misma línea la Secretaría de Agronomía y Ganadería de Honduras (2003) menciona:

- **Temperatura y radiación solar:** La temperatura agrológica para el arroz está en el rango de 20°C a 32°C, se considera temperaturas críticas los valores fuera de ese rango. También existe una temperatura óptima para las etapas de germinación, crecimiento de tallo, hojas y raíces y está comprendida entre los 23 y 27° C.
- **Suelos y topografía del terreno:** El tipo de suelos y la topografía del terreno es un factor determinante para los arrozales. Estos se encuentran mejores adaptados a suelos arcillosos, debido a su alto grado de retención y conservación de humedad por más tiempo. Por su lado, la topografía del terreno debe tener pendiente cero con el fin de facilitar el riego y no afectar la percolación de los suelos. Además, es necesario considerar que en una vasta producción de campos de arroz, se usa en su mayoría maquinarias; por los que es necesario contar con suelos planos.

En la misma línea La Dirección General de Información Agraria (julio, 2008) En un estudio publicado respecto a los costos de producción y perspectivas de la rentabilidad del cultivo de arroz. Informa respecto a la ficha técnica agronómica del arroz. (Ver tabla N° 04).

Tabla4 “Datos generales para la siembra de arroz en la Amazonía”

ARROZ	
Periodo vegetativo	110 150 días
Textura del suelo	Franco – franco Arcilloso
Época de siembra	En Amazonas se realizan dos campañas al año, por lo que se siembra todo el año
Época de cosecha	En Amazonas la época de cosecha se da en todo el año
Temperatura óptima	22 – 26° C
Cantidad de semilla	70 – 80 Kg/ha
Módulo de riego	14,000 – 18, 000 m ³ / ha
FERTILIZACIÓN	
Nitrógeno	220 – 240 Kg/ha

Fósforo (P)	80 – 110 Kg/ha
Potasio (K)	80 – 110 Kg/ha

Fuente: Dirección General de Información Agraria (julio, 2008)

2.1.1.4 Consumo de agua en el cultivo de arroz.

Generalmente los arrozales son sembrados bajo un régimen de riego por inundación en casi el total del periodo desde la siembra hasta la cosecha. Esta práctica adoptada por la mayoría de agricultores se debe a sistemas convencionales que ha resultado para evitar el continuo deshierbe que necesitan los arrozales. Al ser el arroz un cereal que estratégicamente ha desarrollado estructuras que le permitan estar bajo ciertas condiciones de anegamiento, crea condiciones no aptas para la coexistencia con otras plantas (mala hierba).

Según la FAO “El arroz es el único cereal que puede soportar la sumersión de agua. Que es una respuesta evolutiva estratégica a lo largo de años, presión de selección natural, sequía, inundación, estrés nutricional, etc. [...] Esta estrategia de adaptación, consiste en la elongación de sus tallos para evitar la asfixia al subir los niveles freáticos o en épocas de estiaje sin sufrir daños” (2004).

Otro punto importante explica Sanchís, E. (2014). “Es atribuida al sistema aerenquimal de la planta de arroz, que sirve como un canal para el paso del oxígeno atmosférico hacia la rizosfera”.

Sin embargo, existen tres propósitos esenciales que explica la necesidad de agua en el arroz: La evapotranspiración, Infiltración y percolación, y las prácticas de manejo de agua (Drenaje y preparación del terreno). Por lo que, la FAO en un artículo publicado el 2004, presenta la siguiente tabla con valores referenciales:

Tabla 5. "Necesidad hídrica del cultivo de arroz"

NECESIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO DE ARROZ			
Propósito del uso del agua	Uso consuntivo (mm/día)		Comentarios
	Bajo	Alto	
Preparación del terreno	150	250	Renovación de humedad del suelo
Evapotranspiración	500	1200	
Infiltración y percolación	200	700	Mantenimiento de lámina de agua
Drenaje de mediados de estación.	50	100	Recambio de la cuenca hídrica después del drenaje
Total	900	2250	

Fuente: FAO "El arroz y el agua: una larga historia matizada" 2004.

"Es cierto que el agua desempeña un papel importante en la producción de arroz. En la tabla 05 se indica el requerimiento total de agua para el arroz de riego, pero la demanda real de agua empleada por los agricultores es siempre mayor. Dado a las técnicas convencionales cuya eficiencia es menor al 50%" FAO (2004)

1.3.3 Aspectos generales de la emisión de metano en los cultivos de arroz.

Según Arenas, L. Sustenta, "Los gases de efecto invernadero tienen diferente capacidad de provocar calentamiento global, lo cual depende de su poder de radiación y el tiempo promedio que la molécula del gas permanece en la atmósfera" (2015).

En este sentido el IPCC (2007). Nos muestra una relación del potencial calorífico de los GEI.

Tabla 6. Potencial de calentamiento global de los principales Gases de efecto invernadero

POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL			
GAS	20 años	100 años	500 años
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1	1	1
Metano (CH ₄)	72	25	8
Óxido Nitroso (N ₂ O)	289	289	153

Fuente: IPCC Tierras de cultivo (2007)

Preferentemente el arroz se cultiva bajo condiciones sumergidas, los suelos inundados de arroz desarrollan procesos anaerobios que facilitan la producción de metano (CH₄) debido a la descomposición de materia orgánica (propia del suelo o aguada) Según WASSMAN, R.; RHODA, S. y URLINCH, H (2000) indican “La emisión de metano es el producto interactivo de tres procesos:

- Producción de CH₄ controlada por pH, y temperatura.
- La oxidación de CH₄ controlada por el oxígeno libre que se difunde a través de la planta de arroz y la temperatura,
- La transferencia vertical controlada por la profundidad de agua y la etapa de crecimiento de la planta de arroz”

En esta misma línea, Rodel, D. et.al. (2006) plantean “La cantidad anual de CH₄ emitido desde una superficie de arroz estará en función de la cantidad y la duración de los cultivos, de los regímenes hídricos previos al periodo de cultivo [...] El tipo de suelo, la temperatura y la forma de cultivar arroz también afectan la emisiones de CH₄ [...]”

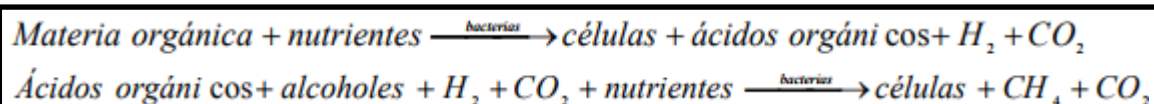
1.3.3.1 Proceso de emisión de metano en los cultivos de arroz

La producción de metano en los cultivos de arroz, se da como último paso de la descomposición anaerobia de la materia orgánica en los campos. Llevada a cabo por microorganismos metanogénicos.

En esta línea Sanchiz, E. (2014) Sustenta

En los campos de arroz, la oxidación del CH₄ se lleva a cabo por una serie de bacterias denominadas metanotrofas. Estas bacterias metano-oxidantes, que están presentes en la capa aerobia del suelo, en la rizosfera y en las bases del tallo de las plantas, oxidan el CH₄ con O₂ molecular, usándolo como fuente de carbono y energía. Por ello, son bacterias que juegan un papel fundamental, puesto que pueden ser capaces de oxidar hasta el 60% del CH₄ producido durante el cultivo de arroz, limitando así la difusión de este gas a la atmósfera

Según LASSO, A. (2006) Indica las ecuaciones correspondientes a las reacciones globales del proceso anaerobio son:



Adicional a ello, SANCHIZ, E. también menciona “el perfil de un suelo inundado comprende una capa aerobia que permite proceso de oxidación del metano así como la fijación biológica del nitrógeno, y una capa anaerobia reducida, donde da paso a la metanogénesis, la descomposición anaerobia de la materia orgánica” [...] (2014).

1.3.3.2 Transporte del metano hacia la atmósfera en arrozales.

El traslado del metano hacia la atmósfera está determinada por la tasa de metanogénesis y oxidación de metano.

Según Gonzales, M. et.al. (2006). Indica, “El metano producido en los campos de arroz se incorpora a la atmósfera por transporte difuso a través de tres vías: por burbujeo en las aguas de anegamiento, por difusión desde la superficie del agua de anegamiento y a través de los tejidos de las plantas durante el crecimiento [...]” Sin embargo, el burbujeo o ebullición aporta el 5% de emisiones de metano (Hube, S. et. al. Sf.) Siendo “el principal mecanismo de emisión de CH₄ el transporte a través de la planta, representando el 90% de las emisiones liberadas a la atmósfera [...]” (Sanchiz, E. 2014).

El transporte de CH₄ a través de la planta se realiza por medio del sistema aerenquimal. Pasando desde las zonas de suelo reducidas hacia la

atmósfera usando el espacio intracelular de las plantas de arroz [...] El sistema aerenquimal no sólo interviene en el transporte de CH₄ del suelo a la atmósfera, sino que también promueve el movimiento del oxígeno atmosférico a la rizosfera, propiciando la oxidación del CH₄. (Sanchis, E. 2014).

1.3.4 Efectividad del riego intermitente en la reducción de los niveles de emisión de metano en los cultivos de arroz.

Estudios realizados en España y China, se ha observado que mediante el drenaje de los campos se produce una disminución significativa de las emisiones de CH₄. Un simple drenaje a mitad del periodo productivo puede reducir las emisiones por ciclo sobre un 50%. (Ronald, L. Sass. 2013).

Sin embargo, para el diseño de un sistema de riego intermitente es necesario el estudio de otras variables intervinientes, como:

- Textura de suelo.
- Condiciones atmosféricas del lugar.
- Características edafológicas del suelo.

Los beneficios no solo se limitan a la reducción de emisiones de metano, sino a la reducción del uso consuntivo de agua.

Según la FAO (2004) menciona los beneficios asociados a la implementación de un sistema de gestión de agua para arrozales:

Tabla 7. “Ventajas y desventajas de los sistemas hídrico en el cultivo de arroz”

Cualidades distintivas positivas y negativas de los diferentes sistemas con base en arroz			
	Técnica tradicional (inundación permanente)	Técnicas intermitentes (seco y húmedo)	Cultivo en seco (secano y bajo riego)
VENTAJAS	Genera múltiples usos de agua	Ahorro de agua para el cultivo	No se requiere suministro adicional de agua
	Control de maleza	Cronograma flexible del cultivo	Ahorro de agua a nivel de campo
DESVENTAJAS	Alto consumo de agua	Requiere deshiero	Técnica de conservación de agua
	Riego potencial de contaminación de suelos por lixiviación de productos químicos		Requiere de deshiero
	Poca flexibilidad en el cronograma del cultivo		

Fuente: FAO 2004

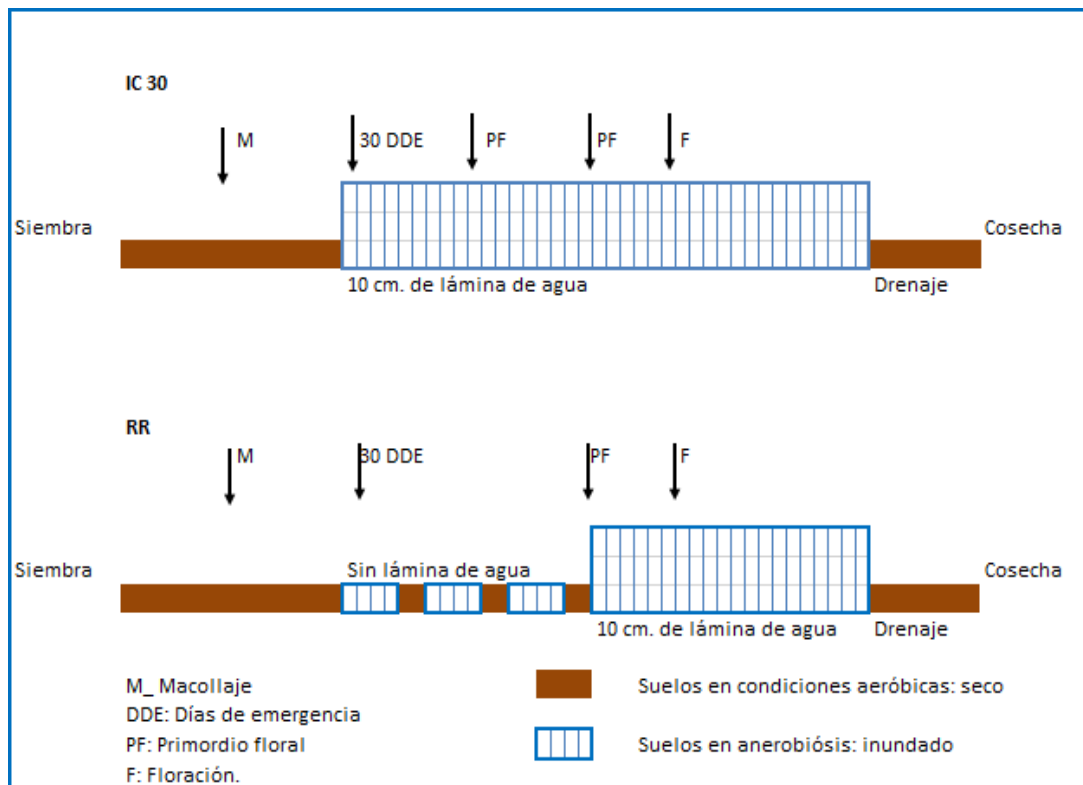
1.3.4.1 Sistema de riego intermitente:

El sistema de riego intermitente comprende un manejo de riego aplicado al cultivo de arroz mediante secas de terreno con incorporación de riegos periódicos disminuyendo la lámina de agua. Este método permite airear el suelo en tiempos de las secas sin comprometer la demanda hídrica de la planta de arroz. De este modo, se evitan las condiciones para el desarrollo de procesos metanogénicos anaerobios. Dando paso a la disminución de metano emitido en los arrozales.

Según Quezada, C. et.al. (2011) explica el sistema de riego intermitente.

- **Paso 1:** Desde la siembra hasta la planta con tres hojas se mantuvo el sistema tradicional de riego por inundación permanente, con una altura de lámina de 8 cm. Pasado este periodo se inicia el riego intermitente, hasta el inicio del primordio floral (macollaje).
- **Paso 2:** Cuando el arroz se encuentra en la etapa de plántula, inicia el riego intermitente. Esta etapa comprende una sucesión de riegos hasta el periodo de primordio floral o el macollaje. Se aplica el primer riego a las pozas de arroz hasta una altura de 8 cm, cerrando entradas y salidas, hasta que el agua desaparezca de la superficie del suelo, momento en que se aplica el segundo riego, esta práctica se repite.
- **Paso 3:** Una vez iniciada el primordio floral, se aplica una lámina de agua entre 20 a 25 cm dependiendo la elongación de los entrenudos, con el fin de proteger esta etapa de las bajas temperatura hasta la floración, momento en que se corta el suministro de agua, permitiendo mantener la lámina de agua hasta la etapa de madurez.

Según Capurro, C. et.al. En su estudio realizado con respaldo del Instituto Nacional de Investigación Agraria en Uruguay, estableció un tiempo para el inicio del riego intermitente. Que consiste en la aplicación del riego intermitente 30 Días Después de la Emergencia de los primero macollos sin lámina de agua. Una vez iniciado el Primordio Floral se continúa con el riego tradicional hasta la etapa de madurez y posterior cosecha. (Ver gráfico N° 04).



Fuente Capurro, C. 2015

Gráfico 4 Sistema de riego intermitente en un estudio del cultivo de arroz en Uruguay

1.3.5 Métodos para la determinación de metano en los cultivos de arroz

Uno de los métodos más usados para medir gases in-situ son las cámaras estáticas y dinámicas, preferidas por su bajo costo y fácil manejo [...] El principio de las cámaras se basa en determinar el cambio de la concentración de los gases, emitidos desde una superficie, en el tiempo en un volumen de aire definido. (Lasso, 2006).

Cámaras Estáticas: El sistema de las cámaras estáticas mantiene un sistema que se basa en encapsular el aire de la fuente emisora de gases de interés y la cámara. Antes de la medición se emplean dispositivos como ventiladores incrustados dentro de la cámara con el fin de homogenizar la muestra.

Según Lasso, A. (2010) afirma “[...] Con este sistema es necesaria la toma de muestras de gas a intervalos de tiempo definidos. Estas muestras de gas

son analizados en el laboratorio para determinar la concentración de los gases de interés, mediante la cromatografía de gases [...]"

Aplicado a las emisiones de metano en cultivos de arroz, "[...] Este método se basa en medir el incremento de concentración de CH₄ en el interior de la cámara, con el fin de determinar, a partir de ese incremento, el flujo de emisión de CH₄ [...]" Sanchis, E. (2014)

Cámaras dinámicas: "Usan sistemas de bombeo (bombas de vacío o de succión) que propician el movimiento e intercambio del aire a través de la cámara Usualmente en este tipo de cámaras se emplean analizadores en línea que hacen la determinación de la concentración de los gases de interés en tiempo real" (Lasso, A. 2010).

1.3.6 Marco Normativo

POLÍTICAS Y NORMATIVAS:

- **Ley General del Ambiente N° 28611**

Se menciona la ley General del Medio Ambiente como norma general aplicable a toda actividad desarrollada. Considerando principios de conservación ambiental y estableciendo deberes y derechos sujetos a todo ciudadano en pro al goce de un ambiente saludable.

- **Ley Marco sobre el Cambio Climático N° 30754**

Se hace mención a esta ley, porque tiene como objeto establecer los principios, enfoques y disposiciones generales para coordinar, articular, ejecutar, reportar, monitorear y evaluar las políticas públicas para la gestión integral de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, a fin de reducir la vulnerabilidad del país a los efectos adversos del cambio climático.

El presente estudio, busca aprovechar la oportunidad de ejercer una agricultura sostenible baja en emisiones de GEI en CO₂ eq.

- **D.S. N° 013-2014-MINAM:**

Se menciona el presente Decreto Supremo el cual tiene como objetivo "Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto

invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, señalándose que ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, garantizar que la disponibilidad alimentaria no se vea amenazada y cumplir con los objetivos del desarrollo sostenible” (D.S N° 013-2014-MINAM)

- **Ley de recursos hídricos (30022)**

Se hace mención a la ley general de la gestión integral de recursos hídricos, porque tiene como objeto establecer los lineamientos normativos y los principios aplicables referente a regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del estado y entidades particulares que tengan competencias en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta. La soberanía de la ley comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marino y atmosférica en lo que resulte aplicable. (Ley de recursos hídricos N° 30022).

- **Eca de suelo:**

Se hace mención esta normativa porque constituyen un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, aplicables para aquellos parámetros asociados a las actividades productivas, extractivas y de servicios. Y por, que el carácter de investigación abarca campos de parámetros del suelo.

- **DS. N° 004 – 2017 MINAM:** Estándares de calidad ambiental para aguas, para esta investigación se tomó los valores de los parámetros físicos y químicos para aguas de categoría III “Riego de vegetales y bebida de animales” (Tabla N° 08).

Tabla 8 “ECA de agua – Categoría III - Riego de vegetales y bebida de animales”

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (C)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Aceites y grasas	Mg/L	5		10
Bicarbonatos	Mg /L	518		NA
Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Mg / L	15		15
Conductividad	μS/cm	2500		5000
Oxígeno disuelto	Mg / L	≥ 4		≥ 5
Demanda Química de oxígeno	Mg/L	40		40

Fuente: ECA de aguas 2017

1.3.7 Marco conceptual

Factor de Emisión: “Los factores de emisión son coeficientes que cuantifican las emisiones de un gas por los datos de la unidad de actividad. El objetivo es desarrollar una tasa representativa de emisión para un nivel de actividad, bajo un conjunto de condiciones operativas dadas” (FAO, 20014).

Metanogénesis: La metanogénesis es parte de un proceso metabólico realizada por bacterias anaeróbicas (Arqueas) que en su proceso metabólico obtienen su energía a través de la conversión de un número restringido de sustratos (materia orgánica) a metano. Este proceso se lleva a cabo en ausencia parcial o total de oxígeno, que da lugar a una mezcla de gases, en los cuales principalmente se encuentra el metano y el dióxido de carbono. Esta mezcla gaseosa, tiene una proporción de 50 a 70% de metano, de 30 a 50% dióxido de carbono (CO₂) y en pequeñas cantidades de otros

componentes como Nitrógeno (N), oxígeno (H₂S). (Constanza, L. et.al. 2015. Pág.58)

Metano: El metano es un gas incoloro y fuerte GEI y juega un papel importante en la determinación de la capacidad de oxidación de la troposfera [...] La fuente más importante de metano es la descomposición de materia orgánica en sistemas biológicos. (Benavides, H. & León, G. 2007)

Ciclo fenológico: Estudio de la temporalidad de los eventos biológicos recurrentes y las causas de su empate temporal con respecto a factores abióticos y bióticos. (Espinoza, J. 2005).

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos durante el desarrollo que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas, en su interacción con el medio ambiente.

Inflorescencias: Es la disposición de las flores sobre las ramas o la extremidad del tallo. Pueden ser Unifloras o Plurifloras, las que a su vez tienen una amplia clasificación. (Huaranca, R. 2010).

Panícula: Tipo de inflorescencia muy complejo que consiste de un eje central del cual se originan otros ejes que se ramifican a su vez en ejes terciarios portadores de las flores individuales muy pequeñas como lo muestra el esquema de la izquierda. Las panículas por lo general son relativamente grandes y vistosas y nacen en el extremo de las ramas terminales. Están perfectamente adaptadas para la atracción de grandes cantidades de insectos polinizadores. (RAE, 2014)

Capacidad de campo: se refiere a la cantidad relativamente constante de agua y aire que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje. (FAO, Glosarios y términos sobre humedad del suelo).

Punto de marchitez: se define como el contenido de humedad del suelo en el que la planta ya no tiene la capacidad de absorber agua del suelo haciendo que la planta se marchite por la deficiencia hídrica. Sin embargo, la mayoría de las plantas estarán sometidas a un estrés hídrico significativo antes de este punto. (Zotarelli, M. Durkes, M. Morgan, K. 2015)

Agua disponible: Es el agua total que puede extraer un cultivo del suelo, se entiende como la diferencia entre el contenido de agua a CC y el contenido de agua a PMP. (García, P.; Huayashi, R.; Morales, P. 2009)

Suelo saturado: Estado físico del suelo cuando el contenido de agua llena todos sus espacios porosos. (FAO, Glosarios y términos sobre humedad del suelo).

1.4 Formulación del Problema

Problema General:

¿Cuál será la eficacia de la desecación de suelos mediante riegos intermitentes para reducir la emisión de metano proveniente del cultivo de arroz en Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba?

Problemas Específicos:

¿De qué manera la aplicación de riegos intermitentes influye en la reducción del volumen de agua empleado en el cultivo de arroz del Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba?

¿De qué manera influye el periodo de secas con riegos intermitentes en el crecimiento y producción de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba?

¿De qué manera la aplicación de riegos intermitentes influye en la variación de las propiedades físico-químicas de los suelos en el Fundo el Triunfo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba?

1.5 Justificación del estudio

La importancia de la investigación realizada radica en determinar la efectividad de los riegos intermitentes aplicado al cultivo de arroz en el Fundo el Triunfo, Distrito de Utcubamba, Departamento de Amazonas. Con el fin, de disminuir las emisiones de metano que es un importante gas de efecto invernadero. Usando una metodología combinada para asegurar la veracidad de los resultados encontrados en campo.

“Las emisiones de metano provenientes del cultivo de arroz, representan el 10% del total de metano agrícola. Mientras que, a nivel mundial genera

alrededor de 60 millones de toneladas de metano anual” (Gierstorfer, 2012). Es por ello, que la búsqueda de nuevos métodos o tecnologías aplicadas al desarrollo de una agricultura sostenible son necesarias.

Los beneficios asociados a la implementación de un sistema de riego intermitente en los cultivo de arroz son múltiples, y cumplen con los objetivos del desarrollo sostenible y las directrices del cambio climático.

Las ventajas impactan de manera significativa en el aspecto social, económico y ambiental.

Perspectiva social, el ejercicio de una agricultura sana permite reeducar al pequeño agricultor frente al desarrollo de una agricultura sostenible. Por otro lado, este método se ha usado anteriormente como una estrategia para el control de proliferación de vectores como el zancudo de la malaria.

Perspectiva económico, el principal aporte es el ahorro sustancial de costes económicos por el uso de agua y aminorar incalculables costos ambientales que genera los efectos del cambio climático.

Perspectiva ambiental, nos permite menguar los niveles de emisión de metano, optimizar el manejo y administración del agua, y reducir la erosión hídrica de suelos. Considerando que el metano es un importante precursor del ozono troposférico, la reducción de metano también reduce los efectos del ozono en la salud pública y ambiental.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Ha: La aplicación de riegos intermitentes reduce la emisión de metano producidos por el cultivo de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.

Ho: La aplicación de riegos intermitentes no reduce la emisión de metano producidos por el cultivo de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.

1.6.2 Hipótesis específicas

Hipótesis Específica 1

Ha: La aplicación de riegos intermitentes reduce el volumen de agua utilizado en el sembrío de arroz del Fundo el Triunfo en el Distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba.

Ho: La aplicación de riegos intermitentes no reduce el volumen de agua utilizado para el sembrío de arroz del Fundo el Triunfo en el Distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba.

Hipótesis Específica 2

Ha: La aplicación de riegos intermitentes influye en el crecimiento de la planta y la producción de los arrozales del Fundo el Triunfo Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.

Ho: La aplicación de riegos intermitentes no influye en el crecimiento de la planta y la producción de los arrozales del Fundo el Triunfo Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.

Hipótesis Específica 3

Ha: La aplicación del riego intermitente influye en la variación de las propiedades fisicoquímicas de los suelos, del fundo el Triunfo, en el Distrito de Cajaruro Provincia de Utcubamba.

Ho: Las propiedades fisicoquímicas de los suelos no varían con el tipo de riego empleado en los arrozales del fundo el Triunfo, en el Distrito de Cajaruro Provincia de Utcubamba.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Determinar la eficacia de la aplicación de riegos intermitentes para reducir los niveles de emisión de metano provenientes del cultivo de arroz en el Fundo el triunfo, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Determinar la eficacia de la aplicación del riego intermitente en la reducción del volumen de agua empleado en el cultivo de arroz del Fundo el Triunfo en el Distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba.
- Determinar el grado de influencia de la aplicación del riego intermitente en el crecimiento y la producción del cultivo de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.
- Determinar la variación de las propiedades fisicoquímicas del suelo en los arrozales del Fundo el Triunfo según el tipo de riego empleado.

MÉTODO

El desarrollo realizado para la reducción de metano en el fundo el triunfo se ejecutó mediante la aplicación de riegos intermitentes y riegos inundados donde se usaron métodos cuantitativos y cualitativos para determinar la eficiencia en el impacto que ocasiona el metano a la atmósfera como gas de infecto invernadero.

2.1 Diseño de investigación

El trabajo de investigación es de diseño pre-experimental, de solo posttest con dos grupos no equivalentes. Debido que se manejó dos grupos, un grupo control y un grupo al cual se le aplicó el estímulo. En tal caso el estímulo es la aplicación de riego intermitente en los arrozales inundados del fundo el triunfo.

Según Sousa, V; Driessnack, M; y Costa, I. (2007) manifiesta que los “diseños experimentales son empleados de manera aleatoria donde se manipula la variable independiente, para poder proporcionar mayor confianza en las relaciones de causa- efecto y mediante su uso buscar descartar el error sistémico”.

2.1.1 Tipo de investigación

La investigación es pre-experimental porque se realizaron métodos de caracterización del suelo antes del sembrío. Es aplicado, porque tiene un enfoque cuantitativo.

Así como lo sostiene HERNÁNDEZ, R. (2014) donde menciona que se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

GRUPO	ASIGNACIÓN	PRETEST	TRATAMIENTO	POSTEST
A	No R		x	o
B	No R			o

2.1.2 Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel aplicativo, puesto que el diseño pre-experimental está relacionado a buscar explicaciones a los efectos que

produjo la aplicación de riegos intermitentes en la emisión de metano provenientes del cultivo de arroz.

2.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Aplicación del Riego intermitente

Variable Dependiente: Emisiones de metano provenientes del cultivo de arroz en el fundo el triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba - Región de Amazonas.

Matriz de Operacionalización (Ver Anexo 05)

Matriz de Consistencia (Ver Anexo 06)

2.3 Población y muestra

2.3.1 Unidad de análisis

En la presente investigación, se tuvo como unidad de análisis las pozas o parcelas elegidas para la siembra de arroz de 20 x 10 m.

2.3.2 Población

Se tomó como población los arrozales sembrados en el “Fundo del Triunfo” que políticamente pertenece al Distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba del Departamento de Amazonas. Tiene una extensión superficial de 34,3 Ha. Donde el 53,49% de los terrenos están dedicados al cultivo de arroz el 36,33% es montaña, el 3,17 son pastizales y el 7,01% comprende áreas ocupadas por otros sembríos como árboles frutales, cultivo de maíz, frejol, entre otros (Tabla N° 10). Su ubicación geográfica en coordenadas UTM es 806380 E; 9356936.00 N.

Tabla 9 “Ubicación geográfica del Fundo el Triunfo”

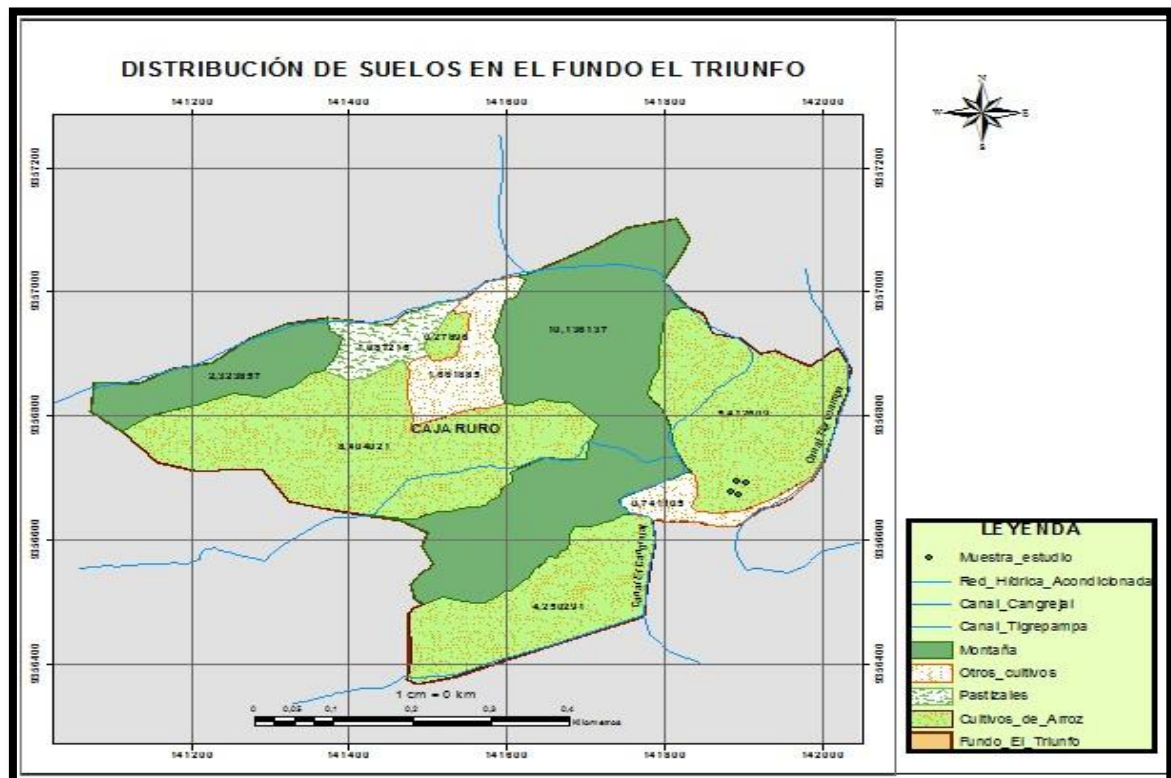
NOMBRE	COORDENADAS		ALTITUD (msnm)	ÁREA (Hectáreas)
	Este	Norte	794	34,3
“Fundo el Triunfo”	806380	9356936		

Fuente: “Desarrollo de investigación (elaboración propia)”

2.3.2.1 Reconocimiento del terreno

Para identificar la población se realizó una visita a campo, se georreferenció el lugar y se calculó el porcentaje del suelo dedicado al cultivo de arroz.

La georreferenciación del lugar de estudio se realizó mediante un *GPS Oregon Serie 600*. Con los datos recogidos de campo y el trabajo en gabinete, se procedió a la elaboración de un mapa de ubicación del lugar de estudio (Anexo 07) en ArcGis 10.3 y un mapa de uso de suelo (Figura N° 04).



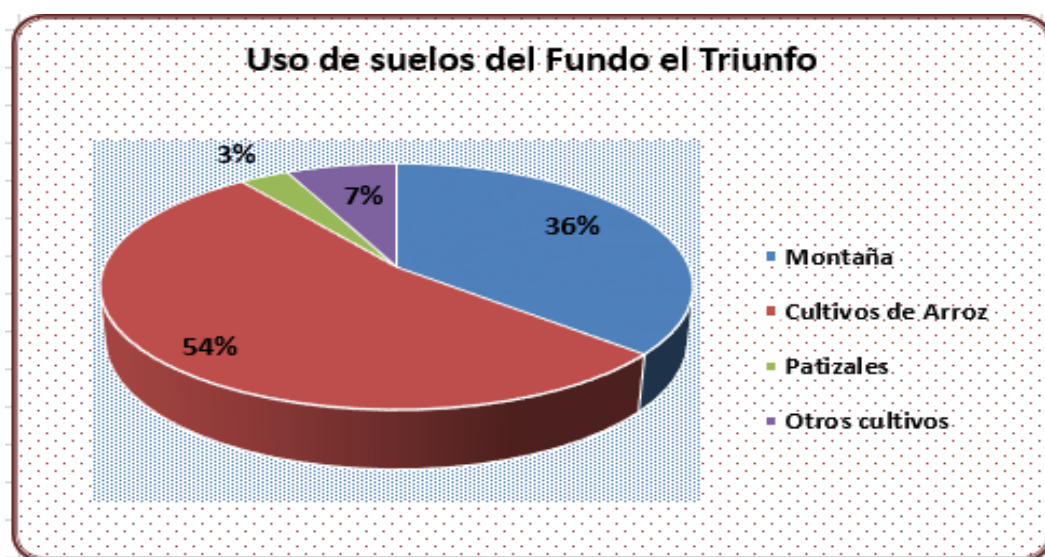
Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)
Figura 4. "Mapa de uso de suelo en el Fundo el Triunfo"

Los datos recopilados del levantamiento de observación se vació en la siguiente tabla, donde se observa que 18,35 Ha. Son suelos destinados al cultivo de arroz siendo el 53,49% del total, según gráfico N° 05 que ocupa la mayor parte de toda la extensión territorial del Fundo.

Tabla 10 “Uso de suelos en el Fundo el Triunfo en Ha”

Uso de suelo	Área (Ha)	%
Montaña	12,46	36,33
Cultivos de Arroz	18,35	53,49
Pastizales	1,09	3,17
Otros cultivos	2,40	7,01
Total	34,30	

Fuente: Elaboración propia (Desarrollo de investigación)



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Gráfico 5 Uso de suelo en el Fundo el Triunfo (%)



Fuente: “Desarrollo de investigación” (Elaboración propia)
Figura 5 Área sin cultivar



*Fuente: “Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 6 Terrenos cultivados*

2.3.3 Muestra

Para la presente investigación se tomó como muestra un área representativa de todo el fundo dedicado al sembrío de arroz. Constituida de 6 parcelas o pozas cuyas medidas fueron de 20 x 10 m. De las cuales, se tomaron 3 pozas para el grupo control (Riego inundado) y 3 pozas para la aplicación del riego intermitente. La muestra contiene un área total de 1200 metros cuadrados.

Tabla 11. “Área del desarrollo de investigación”

TERRENO MUESTRA		
Ancho: 40 m	Largo: 30 m.	Área total: 1200 m ²

Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)



*Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 7: Muestra en estudio del Fundo el Triunfo*

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

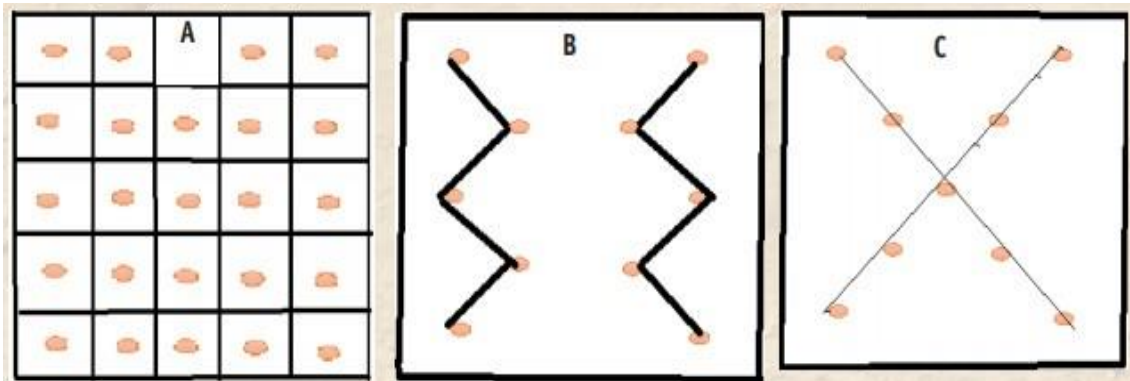
En la presente investigación se usó como técnica de investigación la Observación y el análisis, porque el estudio es aplicado de forma pre-experimental. Donde la variable intervenida será las emisiones de metano, aplicando riegos intermitentes en el cultivo de arroz que sería la segunda variable. Según Silva, I. de la Universidad Católica indica; “La observación elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, debido a la manipulación de la o las variables [...]”

2.4.1.1 Método de muestreo

Para determinar la muestra de estudio se procedió a realizar un muestreo preliminar con el fin de determinar la clase textural del suelo y en base a ello establecer la muestra de estudio.

La recolección de sub-muestras en todo el terreno se hizo mediante la técnica del Zigzag. Siguiendo la guía técnica para muestreo de suelos de la Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS) elaborado por Mendoza, R. Donde establece tres tipos de recorrido para la colección de sub-muestras de un área de representativa. “Los recorridos en campo con fines de muestreo de

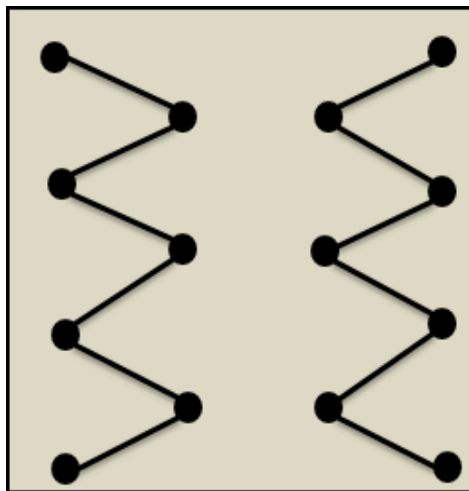
fertilidad de suelo, pueden ser aleatorio simple, aleatorio estratificado, en cuadrícula, en X y zigzag [...] El más utilizado es el zigzag y en X, ya que es práctico y fácil de aplicar” (2017).



Fuente: Guía técnica para muestreo de suelos de la Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS) (2017).

Figura 8 “Recorrido en forma de cuadrícula (A), Zig-zag (B) y en x (C)”

Para el presente estudio se realizó la colección de muestras siguiendo el recorrido del Zig-zag.



Fuente: Guía técnica para muestreo de suelos de la Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS) (2017).

Figura 9 “Técnica de muestreo de suelo en recorrido Zigzag”

La muestra seleccionada para el desarrollo del presente estudio, fue un suelo donde no se ha desarrollado ninguna actividad agrícola desde hace 15 años. El criterio de selección, se basó en la pendiente del terreno y la estructura del suelo. Con el fin, de analizar las condiciones originales de los suelos en el “Fundo el Triunfo”

2.4.1.2 Muestreo Preliminar

El objetivo del realizar un análisis preliminar de suelos, fue para homogenizar la muestra y reducir factores que puedan intervenir en los resultados, como: terreno con mucha pendiente, suelos erosionados, suelos sin rotación de cultivos, etc. Por lo que, en la selección de la muestra se eligió un terreno con menor pendiente, y un suelo descansado.

Para esta etapa, se identificó el número de zonas habidas en la muestra del estudio. La técnica usada fue por el tipo de cultivo predominante en una u otra zona, siguiendo este criterio se encontró dos zonas. De acuerdo a la necesidad del campo de estudio se realizó un análisis de coeficientes hídricos y un análisis de caracterización de los suelos.

- Capacidad de campo. (CC)
- Materia orgánica del suelo,
- Conductividad eléctrica.
- Humedad del suelo.
- Punto de marchitez.
- pH
- Conductividad eléctrica
- Textura (arena, limo y arcilla).
- Capacidad de intercambio catiónico
- Fósforo y Nitrógeno disponible.
- Y otros parámetros de fertilidad (potasio asimilable, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+)

Muestreo para parámetros de coeficientes hídricos del suelo

Para este proceso se realizó una calicata por cada zona, cada calicata tubo una profundidad de 0,8 m. y 0,8 x 0,8 m. de ancho y largo. Donde se identificaron el número de horizontes y se colectaron las muestras necesarias para su posterior análisis. Se siguió la metodología establecida por la Guía de campo para el muestreo y descripción de perfiles de suelos versión 2.0 según el departamento de Agricultura de los Estados Unidos por sus siglas en inglés USDA. (2002)

Los parámetros evaluados fueron: Capacidad de campo (CC), punto de marchitez (PM) y humedad disponible (HD). (Ver tabla 10)

Tabla 12 “Cadena de custodia para parámetros hídricos del área de estudio”

CADENA DE CUSTODIA						
Zona	Calicata	Horizonte	Nº	Código de la muestra	Análisis	Método de recolección de muestra
Z1	C1	Horizonte B (Hb)	1	Z1C1HbM1	CC PM HD	<ul style="list-style-type: none"> - Se identifica las zonas por el tipo de vegetación. - Se realizan calicatas. - Se evalúa el número de horizontes sin contar el horizonte 0. - Se recolecta la muestra del perfil de suelo de forma horizontal.
			2	Z1C1HbM2		
			3	Z1C1HbM3		
		Horizonte C (Hc)	1	Z1C1HcM1	CC	
			2	Z1C1HcM2	PM	
			3	Z1C1HcM3	HD	
Z2	C1	Horizonte B (Hb)	1	Z2C1HbM1	CC	
			2	Z2C1HbM2	PM	
			3	Z2C1HbM3	HD	

Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)



Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)
Figura 10 “Realización de calicatas”

Para el muestreo del perfil del suelo, se usaron tubos huecos de aluminio de 10 cm de largo, que se incrustaron en cada perfil encontrado. De esta manera se pudo coleccionar las muestras necesarias para su posterior análisis.



Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia).
Figura 11 Vista de horizontes A y B de la calicata N° 01 de la zona 1

En las fotos, podemos observar el cambio de coloración y la disgregación de la roca en la fase de un horizonte y el otro.

Para la toma de la muestra se usó un taco de madera y un martillo o comba para golpear el tubo hasta su penetración total. Una vez enterrado el tubo se socavó el terreno para retirar la muestra. Luego se retira la muestra y se cubre con papel y se forra con cinta de embalar o plástico film, se coloca en el cooler hasta su análisis en laboratorio.



Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)
Figura 12 "Proceso de colección de la sub-muestra"

Se puede observar en la parte superior de la imagen como queda el suelo después de retirar la muestra.




Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)
Figura 13 “Muestra colectada y codificación de muestra”

Las observaciones encontradas fueron:


Tabla 13 “Observaciones encontradas en el análisis preliminar de suelos en la zona 1”

Calicata Nº 01 de la zona Nº 01 (Z1C1)		
Profundidad de raíces (cm)	Horizonte B (Hb)	Horizonte C (Hc)
28 cm	<0 – 40> cm	<40 – 80> cm.
Coordenadas	X= 806433	
	Y= 9356964	
	H= 796	



Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)

Tabla 14. "Observaciones encontradas en el análisis preliminar de suelos en la zona 2"

Calicata N° 01 de la zona N° 02 (Z1C2)		
Profundidad de raíces (cm)	Horizonte B (Hb)	
31 cm	<0 – 80> cm	
Coordenadas	X= 806433	
	Y= 9356964	
	H= 796	

Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la universidad nacional de Piura, los resultados obtenidos se encuentran especificados en la tabla N° 35 del capítulo de resultados. La metodología empleada fue la siguiente:

- Capacidad de campo.- Método de Olla de presión de Richards a 0,33 MPa de tensión de succión de humedad.
- Punto de Marchitez permanente.- Método de Briggs en función a la granulometría.
- Humedad disponible.- Cálculo proveniente de la diferencia de la capacidad de campo y el punto de marchitez.

Muestreo para análisis de caracterización de suelos:

Para la recolección de las sub-muestras se hizo mediante el recorrido del Zig-zag. Técnica mencionada líneas arriba (Figura N° 08), usando el método de la palana para la integración de muestras (Figura N° 16)

Los parámetros evaluados fueron:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Materia Orgánica
- Textura (arena, limo y arcilla).
- Capacidad de intercambio catiónico

- Fósforo y Nitrógeno disponible.
- otros parámetros de fertilidad (potasio asimilable, Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+)

Se tomó una muestra representativa de 5 Kg. por cada zona evaluada y se elaboró una cadena de custodia. (Ver tabla N° 15)

Tabla 15. “Cadena de custodia para parámetros de caracterización de suelos”

Muestras para análisis de caracterización de suelos					
ZONA	CALICATA	HORIZONTES	NÚMERO	NOMBRE DE LA MUESTRA	ANÁLISIS
Z1	-	-	1	Z1M1	pH, CE° , MO, Textura, CIC, Fósforo, Nitrógeno disponible, etc.
Z2	-	-	2	Z2M1	

Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia).

A continuación se describe el proceso:

- Primero, se usó una pala para limpiar el terreno quitando la vegetación existente y removiendo un poco la primera capa del suelo.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 14. “Desbroce del suelo – Horizonte 0”

- Recolección de la muestra: Se tomó la muestra usando la pala, hundiendo la herramienta en el suelo. Luego se retiró manualmente la tierra que se encontró en las partes laterales de la pala (Ver figura N° 16). El resto de la tierra se coloca en un recipiente. (Este proceso se realizó por 2 repeticiones en cada punto).



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 15. “Colección e integración de sub-muestras”

- Luego se almacenó todas las muestras en un solo recipiente para su posterior homogenización. Mediante el método del cuarteo se va reduciendo la cantidad de muestra y colectando lo más representativo para su posterior análisis.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 16 “Método de la palana”

Después de obtenida la muestra, se rotuló la muestra y se conservó para su posterior evaluación. Para el análisis de los parámetros, se trabajó con el laboratorio de la Universidad Nacional de Piura. (Figura N° 17).



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 17 “Muestras rotuladas”

Toma de muestra de agua:

El objetivo del análisis preliminar es conocer las características fisicoquímicas del agua del Fundo el Triunfo en su estado inicial. Y su variación después de aplicar la siembra.

Para el análisis inicial del agua se hizo la toma de muestra del acceso inicial de agua hacia el terreno sembrado. Los parámetros analizados fueron:

- DBO_5
- DQO
- OD

La recolección de la muestras de agua se dio siguiendo el procedimiento determinado en el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales establecidos por la Autoridad Nacional del Agua 2016 (ANA).

La recolección de muestras de agua se hizo en 2 etapas, se colectó una muestra antes de iniciado el cultivo y la segunda muestra fue tomada en las pozas de arroz. Se recolectó 5 litros de muestra por punto a analizar y se mantuvo en un cooler hasta su posterior análisis en laboratorio (Figura N° 18).

Tabla 16. "Datos generales del punto de muestreo de recolección de agua"

Nombre de la muestra		
"Arrozales Fundo el Triunfo"		
Este	Norte	Altura (msnm)
806491	9356950	794

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 18 "Muestras rotuladas"

Después se procedió a medir los parámetros físicos del agua en laboratorio como:

- pH
- Temperatura (°C)
- Conductividad eléctrica (mS)
- Potencial redox
- Turbidez (NTU)

Los datos encontrados se observan en la Tabla N° 36.

2.1.1.1 Análisis realizados en laboratorio.

Para el análisis del agua tanto en el muestreo preliminar como en los demás muestreos tomados, se analizaron los siguientes parámetros:

- Oxígeno Disuelto (OD)
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)
- Demanda química de oxígeno (DQO)

OXÍGENO DISUELTO (OD)

La metodología descrita para el cálculo del OD se desarrolló siguiendo el método del vaso Winkler.

Reactivos:

- Solución de sulfato manganoso (MnSO_4)
- Alkali –Yoduro- azida
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado a 1 ml.
- Solución de Almidón.
- Tiosulfato de sodio a 0,025 N ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Procedimiento:

Se tomó la muestra recolectada en un frasco winkler de 300 ml. Hasta enraizarse completamente, evitando airear la muestra o que forme burbujeo al momento del trasvase. Luego se adicionó 1 ml. de solución de MnSO_4 y 1 ml. de Alkali –Yoduro- azida, se tapó el frasco y se mezcló por inversión varias veces en un tiempo aproximado de 30 s.

Posterior a ello, se dejó sedimentar y se formó un precipitado de color caramelo o café, indicador de la presencia de OD en el agua. Después de 1 minuto se añadió 1 ml. De H_2SO_4 para generar una reacción exotérmica en la solución y reaccionar con el MnSO_4 . Luego se tapó y mezcló por inversión y posterior a ello se dejó reposar por un tiempo de 5 minutos.

Pasado este tiempo la muestra adquirió un color café oscuro por lo que se procedió a titular la muestra para calcular numéricamente la disponibilidad de oxígeno presente en la muestra. Para esta actividad se usó un titulante (Tiosulfato de sodio a 0,025 N). Para la titulación se tomó 100 ml. de la solución del vaso winkler en una probeta y se transvasó a un matraz de Erlenmeyer y se agrega 5 gotas de almidón, donde se observó el cambio de coloración a un color violeta.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 19 "Solución preparada"



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 20 "Solución vira a un color violeta"

Luego se disolvió 6,205 gr. (aproximadamente 6 gotas) de tiosulfato de sodio en 1 L de agua destilada y se coloca en la pipeta con ayuda de las pinzas mariposas se inicia la titulación. Al inicio de la titulación se registra el volumen inicial del titulante, se siguió titulando hasta que la solución se vuelva completamente incolora.



*Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 21 “Proceso de Titulación”*

Luego se registró el volumen gastado del titulante y se calculó el OD mediante la siguiente fórmula:

$$OD = \frac{Vol. gast. \times N \times 8000 \times Vol. w}{(Vol. muestra \times Vol. w) - 2}$$

Donde:

Vol.gast: es el volumen gastado del titulante (Tiosulfato de sodio) que se expresa como la diferencia del volumen inicial antes de la titulación y el volumen final después de titular.

N: Es la normalidad del titulante 0,025 N

Vol.w : Volumen del vaso winkler (300 ml)

Vol. Muestra: Volumen de la muestra empleado al momento de la titulación

Los datos de laboratorio para el OD fueron recogidos en la tabla N°

Volumen gastado del titulante:

$$Vol. \text{ gast. tit} = Vol. f - V_o$$

$$Vol. \text{ gast. tit} = 34,2 - 30,2$$

$$Vol. \text{ gast. tit} = 4 \text{ ml.}$$

Según la fórmula mencionada anteriormente se obtiene:

$$OD = \frac{4 \times 0,0245 \times 8000 \times 300 \text{ ml.}}{(100 \times 300) - 2}$$

$$OD = 7,84$$

OXÍGENO QUÍMICO DISUELTO

Para el cálculo del DQO se utilizaron los siguientes reactivos:

- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) a 0,25 N.
- Solución de sulfato de plata.
- Solución de sulfato ferroso amoniacal a 0,25 N
- Solución de ferroína (indicador)

En un tubo digestor se pipeteó 3 ml. de muestra sin filtrar, 3 ml. de $K_2Cr_2O_7$ (solución digestora) y 3 ml. de solución de sulfato de plata (solución catalizadora).

Luego se procedió a tapar y homogenizar la solución dentro del tubo de manera muy cuidadosa, evitando generar burbujeo en el interior del tubo. Acto seguido se colocó el tubo dentro de un reactor térmico a 105° C por un tiempo de 2 horas.

Pasado el tiempo, se sacó el tubo, se dejó enfriar y se trasvasó el contenido a un matraz de 125 ml. Luego se adicionó 5 gotas del indicador de ferroína.

Posterior a ello, se empezó a titular con sulfato ferroso amoniacal; hasta que la solución vire hacia un color rojizo, se registraron los datos y se usó la siguiente fórmula:

$$DQO = \frac{V. \text{ gast}_{\text{blanco}} - V. \text{ gast}_{\text{muestra}}) \times N \times 8000}{V_{\text{muestra}}}$$

Donde:

V. *gast* blanco: Volumen gastado total del titulante (sulfato ferroso amoniacal)

V. *gast*. Muestra: Volumen de la muestra gastada

N: Normalidad del titulante (0,25)

V *muestra*: Volumen de la muestra empleada para hacer el análisis.

DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO₅)

Para determinar la dilución del DBO₅, se tiene que saber la concentración del DQO.

Se menciona un ejemplo; si el DQO que se obtuvo es de 100 mg/L entonces la dilución será del 5%, por lo tanto se llenará 30 ml de la muestra en el frasco Winkler de 300 ml, se completa la diferencia con agua de dilución para DBO₅, se cierra el frasco y se invierte desechando lo sobrante, se debe tener cuidado que no entre aire. El vaso Winkler se cubre con unas bolsas negras especiales y luego se lleva a una caja de calentamiento a una T° de 20° C° por 5 días, al cabo de 5 días se determina el oxígeno disuelto.

La fórmula usada para determinar la demanda biológica de oxígeno presente en el agua, es la diferencia del OD inicial de la muestra analizada con el OD final de la muestra incubada después de 5 días, entre el porcentaje de dilución de la muestra.

$$DBO_5 = \frac{OD_0 - OD_f}{\% \text{ dilución}}$$

2.1.1.2 Delimitación del área de estudio

Después de la selección del área de estudio, se delimitó el terreno colocando estacas en el vértice de todo el campo de sembrío.

Tabla 17. Coordenadas de la muestra en estudio en el desarrollo de investigación.

COORDENADAS DEL TERRENO DE CULTIVO			
Punto	Este	Norte	Altura (msnm)
P1	806442,00	9356946,00	796,00
P4	806432,00	9356950,00	796,00
P6	806438,00	9356968,00	796,00
P9	806451,00	9356964,00	796,00

Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)



Fuente: Desarrollo de investigación (elaboración propia)
Figura 22 Delimitación de terreno

Preparación del terreno para el acondicionamiento de la muestra.

El proceso de preparación del terreno para la posterior siembra se ejecutó realizando una serie de actividades, que va desde el desbroce del terreno hasta la preparación de pozas.

DESBROCE DEL TERRENO: Consistió en retirar toda la vegetación encontrada hasta dejar completamente desnudo al suelo. Las herramientas empleadas fueron palas, machetes y rastrillos. Estos últimos para retirar todo el desmonte.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 23 Limpieza de terreno.

En el proceso de limpiar el terreno se encontró la Macrofauna nativa del suelo, como: Babosas, caracoles. Hormigas, lombrices de tierra, arañas y termitas.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración Propia)
Figura 24 Vegetación nativa



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración Propia)
 Figura 25. Macrofauna del suelo: Babosa

La Macrofauna del suelo propia de la ceja de selva o selva baja, es un indicador de la calidad de suelos en el Fundo el Triunfo y la presencia de lombrices de tierra un indicador de alta presencia en materia orgánica.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 26 Suelo desnudo

- DIVISIÓN DE TERRENO PARA SIEMBRA: Una vez conocida las características del suelo se realizó la separación del terreno en dos grupos GRUPO II - RI (Riego Intermitente) donde se llegó a aplicar el riego intermitente y GRUPO I - RT (Riego

inundado) cultivo de arroz mediante la práctica del riego tradicional. Cada grupo tuvo una extensión de 600 m² (20x30 m), se delimitó las zonas divididas mediante hitos de madera numerados.



*Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 27 Delimitación del terreno.*

- PREPARACIÓN DE ACCESOS DE AGUA:

El Fundo del Triunfo, pertenece a una junta de usuarios de pequeños agricultores denominado “Sector Tigrepampa”. La junta de usuarios de agua del Sector Tigrepampa cuenta con 5 fundos de regadío. Los mismos que se encuentran hacia el margen derecho de la fuente general de agua.

La fuente de agua para el regadío de cultivos del sector Tigrepampa proviene de un canal reforzado en cemento y se encuentra a una distancia de 500 m. del Fundo el Triunfo.

Los agricultores gestionan el agua mediante diferentes accesos controlados por compuertas o llaves de control para cada fundo. La administración de agua se da estableciendo periodos de tiempo para los diferentes fundos de acuerdo al tipo de cultivo sembrado. De igual forma, la tarifa de agua se establece según el tipo de cultivo.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 28 Canal general de reparto de agua para los agricultores del sector Tigrepampa.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 29 Compuerta o llave control de acceso al Fundo el Triunfo

Esta actividad consistió en habilitar los accesos de agua al terreno, considerando la división de los dos grupos de cultivo. La preparación de los accesos de agua se hizo empleando palas y picos.

El acceso de agua tuvo un recorrido de 5 metros hasta el terreno de cultivo desde la compuerta de acceso de agua al Fundo el Triunfo. En todo su recorrido mantuvo un ancho de 0,5 m. y una profundidad de 0,1 m. en promedio. En lo posible se mantuvo limpio el acceso de agua para evitar rebases del canal.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 30 Acceso de agua al cultivo en estudio

- FANGUEO DEL TERRENO:

El fangueo del suelo se inició con la humectación del terreno por un tiempo de 2 horas en riego continuo. Pasado este tiempo, se empleó una maquinaria para el inicio de la remoción del suelo (Mini tractor) y palas con las que se empezó a modelar la forma y dimensiones aproximadas de las pozas de arroz. El número de pozas formadas dependió de la pendiente del terreno.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 31 Humectación del terreno de estudio



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 32 Humectación del terreno de estudio.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 33 Uso de maquinaria y remoción del suelo

Conforme se fue removiendo el suelo, el agua tuvo tendencias de escurrimiento por los lugares de mayor pendiente. Lo cual, se consideró como un indicador para la elaboración de surcos o bordes de las pozas.

Una vez que se alcanzó la máxima saturación del suelo (con pozas formadas) se inició con el batido del terreno, que consistió en la continua remoción del suelo hasta que este se encuentre en un estado lodoso.

Cuando el suelo entró en estado lodoso, se paró la actividad y se dejó el suelo anegado por 3 días con el fin de determinar la lámina de agua a manejar.

Pasado este tiempo la lámina de agua determinada fue de 4 cm. esta lámina de agua no será necesariamente la misma en todo el desarrollo del cultivo.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 34 Uso de maquinaria y remoción del suelo

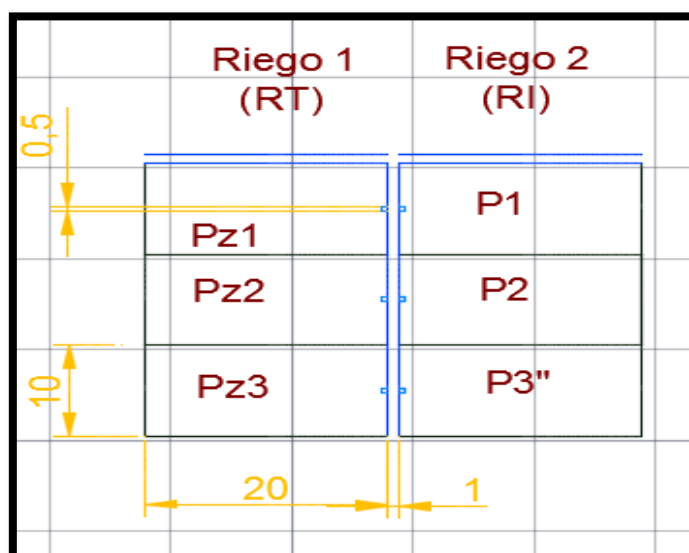
- PREPARACIÓN DE POZAS: Por otro lado, tanto para el RI como para el RT se hizo tres posas, estas siendo de 10x20 m para la siembra de arroz contando con una pendiente de “0%”. Donde, se diseñó el drenaje para el regadío de suelos.

Tabla 18. Coordenadas de la ubicación geográfica de las pozas”

RIEGO INUNDADO O CONVENCIONAL					RIEGO INTERMITENTE				
POZAS	Punto	Norte	Este	Altura	POZAS	Punto	Norte	Este	Altura
Poza 1 (Pz1)	P8	806447,00	9356969,00	796,00	Poza 1 (PI1)	P1	806442,00	9356946,00	796,00
	P9	806451,00	9356964,00	796,00		P2	806439,00	9356946,00	796,00
	P10	806447,00	9356951,00	795,00		P10	806447,00	9356951,00	795,00
	P11	806442,00	9356954,00	795,00		P11	806442,00	9356954,00	795,00
Poza 2 (Pz2)	P11	806442,00	9356954,00	795,00	Poza 2 (PI2)	P2	806439,00	9356946,00	796,00
	P12	806438,00	9356952,00	796,00		P3	806436,00	9356947,00	796,00
	P7	806444,00	9356968,00	796,00		P12	806438,00	9356952,00	796,00
	P8	806447,00	9356969,00	796,00		P11	806442,00	9356954,00	795,00
Poza 4 (Pz3)	P12	806438,00	9356952,00	796,00	Poza 3 (PI3)	P3	806436,00	9356947,00	796,00
	P5	806434,00	9356958,00	796,00		P4	806432,00	9356950,00	796,00
	P6	806438,00	9656968,00	796,00		P5	806434,00	9356958,00	796,00
	P7	806444,00	9356968,00	796,00		P14	806438,00	9356952,00	796,00

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

En gabinete se realizó el mapa de pozas usando AutoCAD.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 35 Diseño de pozas para cultivo.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 36 Diseño de pozas para cultivo.

Después del acondicionamiento de la muestra de estudio para el sembrío de Arroz. Se inicia con la etapa del sembrado, como segunda etapa de la investigación.

2.1.1.3 Siembra de arroz

Esta etapa inició desde la selección del tipo de siembra hasta regar la semilla en el campo de cultivo.

Para el estudio se eligió la variedad de arroz "Esperanza" por ser la variedad más

cultivada en el Distrito de Cajaruro según los datos de la municipalidad distrital del distrito de Cajaruro.

En base a ello se buscó la ficha técnica de la variedad de arroz elegida, según el INIA (Instituto Nacional de investigación agraria) se sabe:

ORIGEN: “Arroz INIA 509 – La Esperanza” originada del cruce de 3 variedades sembradas en selva alta, en la estación experimental agraria “El Porvenir”; sede del PNIArroz, en los años 2001 – 2003. Fue evaluada en el año 2009 en Alto Mayo, Bajo Mayo, Bagua, Huallaga y Jaen, quedando establecida como CT15704 – 9-1-2-EP2-EP1-VC51.

Tabla 19 Consideraciones Agrológicas de manejo de arroz de la variedad Esperanza.

“Características Agrológicas cuantitativas de la variedad de arroz La esperanza”	
Periodo vegetativo	135 días
Altura de la planta	100 cm.
Rendimiento potencial	11.5 t/ha.
Época de siembra	Todo el año
Para la formación de almácigo por Transplante	200 gr/ m ²
Remojo de semilla	36 horas
Abrigo de semilla	24 horas
Voleo de semilla pre-germinada	10 cm de lámina de agua
Manejo de agua	Mantener la lámina de agua durante las primeras 24 horas, luego drenar toda la poza
En la etapa de germinación mantener el suelo húmedo por 3 a 5 días y empezar con el riego.	

Fuente: Ficha técnica “Arroz INIA – L esperzana 509”

De acuerdo a la Guía técnica de Manejo Integrado del cultivo de Arroz publicado por la revista AGROBANCO (2013). Nos da la siguiente relación de siembra por Ha. Cultivada.

Tabla 20. “Cantidad de semilla por área de cultivo según método empleado”

Método de cultivo	Kg. de semilla	Área de arroz
Boleo	<50 -60>	1 Ha
Mecanizada	<70 – 80>	1 Ha.
Transplante	<70 - 60>	1 Ha.

Fuente: Guía técnica de manejo integrado del cultivo de arroz. AGROBANCO 2013.

La muestra tiene un área de 1200 m² equivalente a 0,12 Ha. y se realizó el método de siembra directa mediante la técnica del “**Boleo**”. Realizando un cálculo matemático, basado en una regla de 3 simple se obtuvo la cantidad de semilla necesaria para el presente estudio siendo de 7,2 Kg. de semilla de arroz de la variedad Esperanza. Esta fue adquirida en la ciudad de Bagua Grande a una calidad del 95% de germinación en “*Agro y servicios torres*” tienda distribuidora de semillas de maíz y arroz certificadas y autorizadas por el Instituto de Innovación Agraria (INIA). Las mismas que son producidas por AGROMAR (empresa productora de granos seleccionados y certificados) que está autorizado por la misma entidad y registrado en el Ministerio de Agricultura – MINAGRI. (Figura 37)

$$XHa = 60 Kg. x 0.12 Ha$$

$$X = 7.2 Kg$$

Donde:

X: es la cantidad de Kg. a usar en el proyecto de investigación.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
 Figura 37 "Etiqueta de certificación de semilla"



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
 Figura 38 "Etiqueta de empresa productora de semilla"

ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLA

Después se realizó el acondicionamiento de la semilla que consiste en:

- Remojar la semilla por 24 horas, se usó costalillos y se dejó en un recipiente lleno de agua.
- Abrigar la semilla por el mismo periodo de tiempo, se retiró la semilla del agua y por la cantidad se abrigó usando mantas de tela en un lugar sombroso para mantener la humedad.
- Pasado el tiempo de abrigo, se destapó la semilla y mediante análisis visual se verificó si el coleóptido, pijuelo o pluma de la semilla está en emergencia. Después de tener la semilla germinada, la semilla fue esparcida en el terreno preparado para la siembra directa.

Tabla 21 "Acondicionamiento de semilla"

PREPARACIÓN DE LA SEMILLA				
Remojo de Arroz	Tipo de Semilla	Cantidad (Kg)	Días	Fecha
	Esperanza	7,2 Kg	1	04/02/2018
Abrigo de semilla			2	05/02/2018
Siembra de semilla				07/02/2018

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 39 Arroz con coleóptido

2.1.1.4 Diseño del riego intermitente

El diseño del riego intermitente, depende de coeficientes hídricos del suelo, así como del ciclo fenológico del arroz.

Determinar el agua disponible para el cultivo es el punto de partida para establecer un régimen hídrico en el presente estudio.

Con los datos obtenidos del muestreo preliminar de suelos realizado al inicio de la investigación, usamos la siguiente fórmula:

$$AD = CC - PMP$$

Donde:

AD: Agua disponible que puede extraer el cultivo del suelo.

CC: Capacidad de campo.

PMP: Punto de marchitez permanente

$$AD = 49\% - 32,66\%$$

$$AD = 16,34\%$$

Según la tabla N° 13 y 14 (pág. 49), observamos que la profundidad máxima de las raíces llegó a 28 y 31 cm, por lo que se consideró como profundidad máxima de las raíces de 30 cm. dato necesario para calcular el agua disponible o agua útil para la planta en el cultivo y evitar el punto de marchitez.

La determinación del agua máxima del suelo en la muestra de estudio se desarrollo mediante la siguiente formula.

$$V. agua = V. suelo \times CC$$

Donde el Volumen del suelo es:

$$V. Suelo = A m^2 \times H$$

$$V. suelo = 1200 m^2 \times 0.3 m$$

$$V. suelo = 360 m^3$$

H: Profundidad del suelo hasta donde llegan las raíces de la planta y se verifica humedad.

Sabiendo que las raíces de arroz no crecen más de 30 cm. de acuerdo a la tabla

14. Consideramos la capacidad de campo el valor mayor obtenido del **horizonte b** para ambas zonas (Ver tabla 35). Por lo que se consideró la Capacidad de campo a 49% para todo el terreno muestra.

$$V. agua = 360 m^3 \times \frac{49}{100}$$

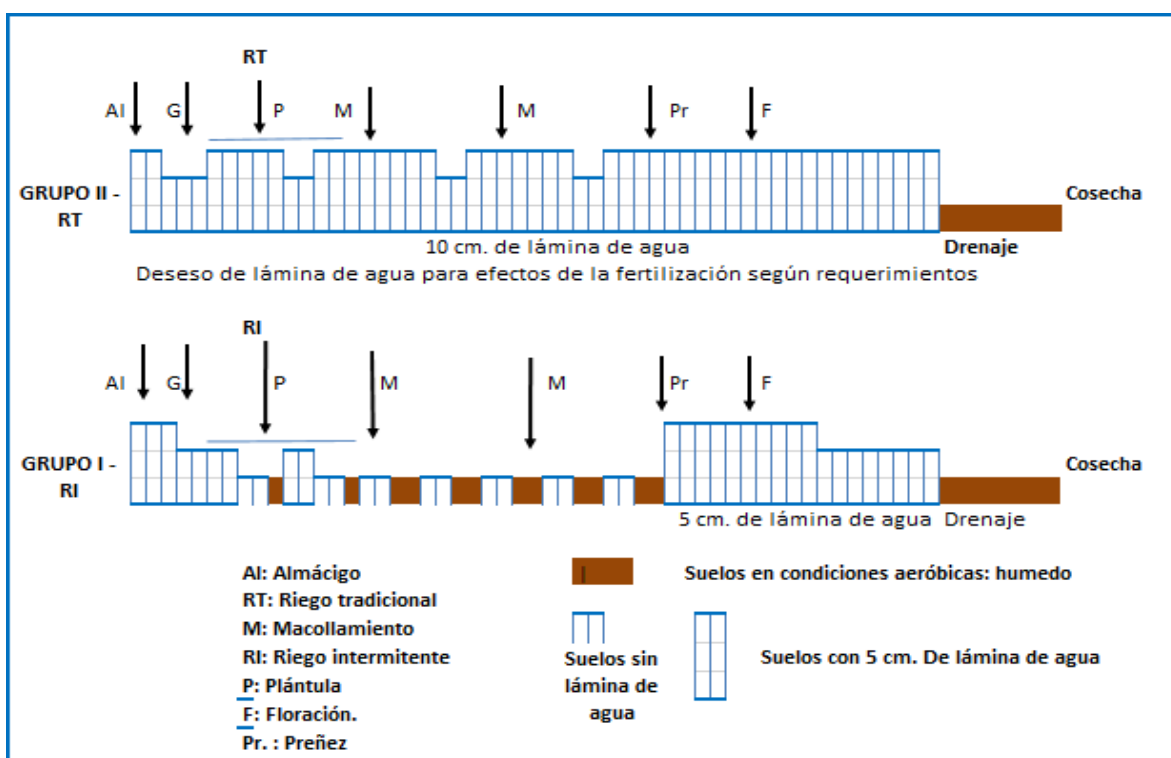
$$V. agua = 176,4 m^3$$

Así mismo se determinó la cantidad de agua disponible para el cultivo expresado en m³.

$$V. agua disponible = 360 m^3 \times \frac{16.34}{100}$$

$$V. agua disponible = 58,824 m^3$$

Habiendo explicado en capítulos anteriores que el arroz se cultiva en suelos saturados considerando una lámina de agua permanente. Se consideró el siguiente esquema que describe el régimen hídrico aplicado hasta el término de la investigación. (Gráfico N° 06).



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Gráfico 6 Modelo de sistema de riego intermitente y riego inundado aplicado al cultivo de arroz en el Fundo el Triunfo.

El sistema de riego intermitente, fue diseñado en base a las etapas del ciclo fenológico y necesidad hídrica de la planta por etapa, siguiendo el criterio de VASQUEZ, Juan (2015). “Las exigencias hídricas son más importantes en la fase reproductiva [...] más aún en la etapa de preñez y floración, limitar el agua en estas etapas asegura un daño irreversible en la producción y calidad del grano”

Se consideró para el presente estudio la clase textural del suelo, sabiendo que en el monitoreo inicial obtuvimos un suelo franco arcilloso de textura moderadamente fina (Tabla 42). Según, Zotarelli, L. et.al, Los suelos contienen diferente cantidad de agua dependiendo de su textura y estructura [...] el drenaje es más rápido en los suelos arenosos en comparación con los suelos arcillosos. (2015).

Según S, RODOLFO. Establece el siguiente gráfico para expresar la disponibilidad de agua según textura del suelo. Considerando el punto de marchitez y la capacidad de campo.

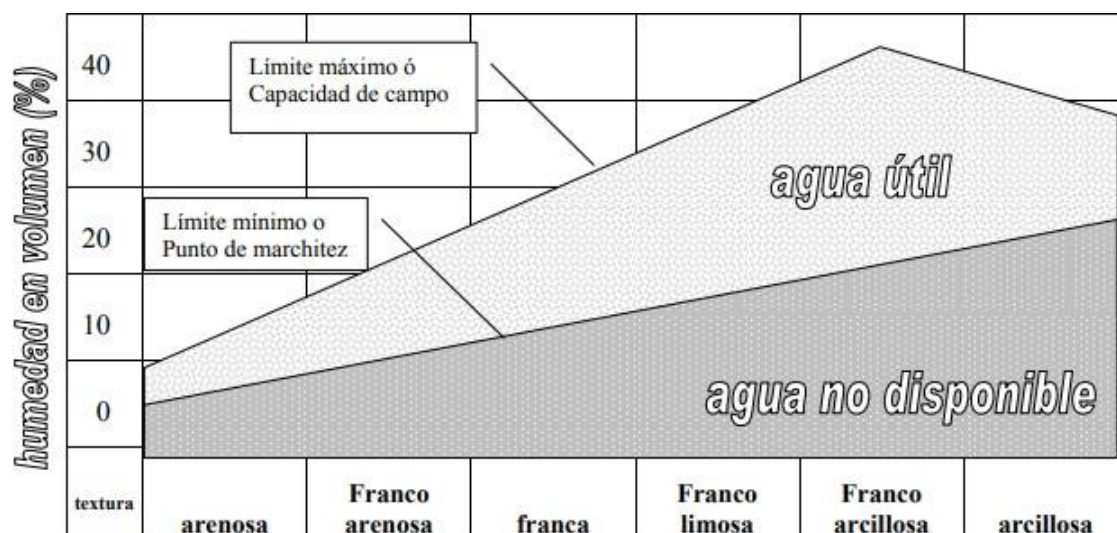


Figura 40 Agua disponible según clasificación textural del suelo
Fuente: S, RODOLFO. Agua en el suelo.

Sabiendo que el agua disponible o el agua aprovechable por la planta es 16,34% se establece una lámina de agua disponible para realizar el riego intermitente y

establecer los días de seca, con el fin de establecer un periodo de intermitencia de riegos.

Según, C. RODOLFO (sf.). establece una fórmula para determinar una lámina de agua.

$$L = CCv . H$$

$$L = 14,7$$

Donde:

L= Lámina de riego a emplear, expresada en mm.

CCv. Es la capacidad de campo en unidades volumétricas

Lamina de agua usada para la preparación del terreno en ambos riegos. Sin embargo, se observó que en el Fundo el Triunfo, los agricultores usan una lámina de agua entre 10 a 15 cm de altura con un drenaje constante de poza a poza.

Sin embargo, por las características del estudio el agua aplicable será equivalente al agua disponible para el cultivo, por lo tanto se establece

$$L'' = AD . H$$

Donde:

AD= Agua disponible.

H= Profundidad de raíces.

$$L = 0,1634 * 30cm$$

$$L = 4,9$$

Se obtuvo una lámina de riego igual a 49 mm. Que para efectos del estudio se redondea a 5 cm. de lámina de agua disponible. Para el estudio se consideró la siguiente relación

$$1mm \text{ de lámina de agua} = 1L / m^2$$

En todo el tiempo de duración del riego intermitente se trabajó con un suelo a capacidad de campo y en las etapas de germinación preñez y floración se consideró una lámina de agua de 5 cm.

Sin embargo para el riego Inundado, se trabajó con una lámina de agua de 12 cm. por ser esta la lámina promedio de agua con la que trabajan los agricultores de la zona. Según análisis visual se redujo el agua en etapas de germinación, plántulas y macollaje. Esto por las necesidades hídricas y fertilización del suelo.

Tabla 22 “Criterios para determinar el Volumen de agua en ambos grupos de cultivo”

Estado y etapas	Riego intermitente (m³)	Riego Inundado (m³)
Preparación del terreno	Equivalente a RT	Equivalente
Germinación	Aplicación de lámina de agua de 5 cm.	Aplicación de lámina de agua de 5 cm.
Plántula	Lámina de agua de 5 cm. En la última semana a capacidad de campo.	Lámina de agua en nivel ascendente de acuerdo al tamaño de la planta hasta los 10 cm
Macollamiento y elongación de tallo	Suelos saturados con lámina de agua cero y a capacidad de campo	Suelos saturados Lámina de agua entre 10 cm
Preñez y floración	Suelos saturados con lámina de agua de 5 cm	Suelos saturados con lámina de agua entre 10
Cosecha	Desecación del terreno	Desecación del terreno.

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Para el riego intermitente se considera como volumen de agua para un terreno a capacidad de campo 88,2 m³ Donde el agua disponible es de 29 m³. Datos calculados según fórmulas anteriores.

Para el presente estudio, fue necesario calcular el caudal de la fuente de agua que ingresa a los cultivos del Fundo el Triunfo. Para ello se usó la fórmula del caudal, siguiendo la fórmula y método establecido por el manual de Hidrometría publicado por el MINAGRI (2005)

$$Q = C \times A \times \bar{V}$$

Donde:

C = es un factor de corrección.

A = Es el área de la sección transversal.

V = velocidad del flotador en una distancia conocida por un tiempo registrado

Según el Manual de Hidrometría del MINAGRI establece, “para medir caudales de agua menores de **0,250 m³/s** de canales de agua con lecho liso se usa el método del flotador, que a su vez usa un factor de corrección para reducir el índice de error” (2005). (Tabla N° 34)

Tabla 23 “Factor de corrección para cálculo de caudal en diferentes fuentes de agua usando el método de flotador”

Tipos de arroyo	Factor de corrección de velocidad (C)	Precisión
Canal rectangular con lados y lechos lisos	0,85	Buena
Río profundo y lento	0,75	Razonable
Arroyo pequeño de lecho parejo y liso	0,65	Mala
Arroyo rápido y turbulento	0,45	Muy mala
Arroyo muy poco profundo de lecho rocoso	0,45	Muy mala

Fuente: Manual de Hidrografía (MINAGRI, 2005)

El canal de acceso de agua al Fundo el Triunfo, cumple con las características del primer ítem de la tabla. Por lo que se tomó el método “del Flotador” para aforar el punto de agua.

El aforo fue realizado en un tramo del canal sin turbulencia, de acuerdo a las dimensiones mencionadas.

Tabla 24 Dimensiones generales del canal de agua de acceso a los arrozales del Fundo el Triunfo

Dimensiones del canal de agua o punto de acceso				
Punto de aforo	Distancia de aforo	Área de la sección transversal		
		Base mayor (B)	Base menor (b)	Profundidad (h)
P1 – P2 (A')	2 m	0,5 m	0,4 m	0,1 m
P2 – P3 (A'')	2 m	0,6 m	0,5 m	0,12 m

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Donde:

A' = área de la sección transversal del punto P2

A'' = área de la sección transversal del punto P3

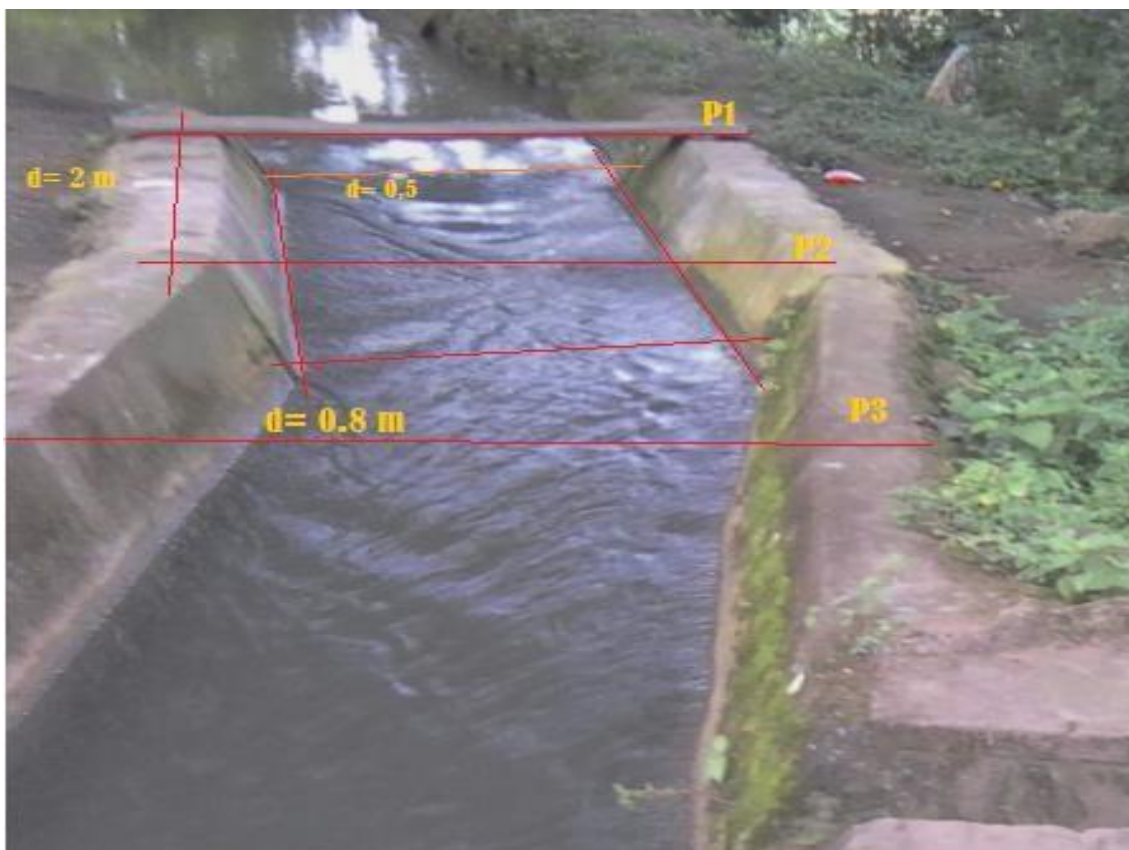


Figura 41 "Medidas del canal de agua"

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Para el aforo se realizó un número de 3 repeticiones desde el P1 (punto 1) al P2 (Punto 2) y del P2 hacia el P3 (Punto 3).

El cálculo de la sección transversal del P2 se obtuvo mediante la fórmula de

trapecio:

$$A' = \left(\frac{B + b}{2} \right) H$$

$$A' = \left(\frac{0,5 + 0,4}{2} \right) \times 0,1$$

$$A' = 0,045 \text{ m}^2$$

El área de la sección transversal de P2 es de 0,045 m² se colocó un flotador (madera, botella, etc.) antes del punto de inicio, se registra el tiempo desde su paso de P1 hasta P2. Se tomaron 5 tiempos y el promedio se usó para el cálculo.

Tp = tiempo promedio <> 5 s

Sabiendo que $\vec{V} = d/t$ se reemplazó los valores en la fórmula, tomando como factor de corrección **0,85**.

$$Q' = 0,85 \times 0,045 \text{ m}^2 \times \frac{2 \text{ m}}{5 \text{ s}}$$

$$Q' = 0,0153 \text{ m}^3/\text{s}$$

De la misma manera se obtuvo los datos para el caudal de agua que pasa por el punto P3, con un tiempo promedio de paso de agua de 5.5 s.

$$A'' = \left(\frac{0.6 + 0,5}{2} \right) \times 0,12$$

$$A'' = 0,066$$

Por lo tanto:

$$Q'' = 0,85 \times 0,066 \text{ m}^2 \times \frac{2 \text{ m}}{5.5 \text{ s}}$$

$$Q'' = 0,0204 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal total es el promedio de **Q' y Q** es **0,018 m³/s <> 64,8 m³/h**

Sin embargo, se realizó un aforo en la salida de la compuerta del Fundo el triunfo usando recipientes con capacidad conocida. El promedio de los aforos realizados se observó que el caudal de ingreso al Fundo es de **30L/m <> 3 m³/H** Por lo que

queda establecido que para el riego Intermitente, como para el riego inundado se maneja un caudal de **1.5 m³/h**

2.1.1.5 Materiales usados en la medición de metano

Esta etapa inicia desde la adquisición de los Blisters de medición hasta la preparación de las cámaras estáticas.

Para determinar la concentración de metano en el suelo se siguió la metodología de “Respiración del suelo” establecida en la Guía de evaluación y calidad de suelo según la USDA (2000). Según esta Guía “La respiración del suelo es un indicador de la actividad biológica [...] Actividad importante para el ecosistema [...] Sin embargo, mayor actividad no es siempre mejor; puede indicar inestabilidad del sistema.”



*Fuente: Guía de evaluación y calidad de suelo según la USDA (2000)
Figura 42. Materiales usados para la respiración del suelo*

Para estimar las emisiones de metano, fue necesario diseñar un sistema para capturar el gas producido de la respiración de suelo, el cual se hizo según el método de cámaras estáticas. Este sistema ya ha sido utilizado en investigaciones anteriores,

“La cámara estática cerrada ha sido la metodología más usada durante los últimos 30 años para medir los flujos de GEI sobre todo en sistemas agrícolas [...] el 95% de los estudios publicados referente a la medición de gases utilizaron la técnica de la cámara estática cerrada. El principio de la técnica se basa en cubrir una área determinada del suelo con una cámara cerrada y hermética que permita el intercambio de gas entre el suelo que cubre la cámara y la atmosfera dentro de esta. La tasa de cambio de la concentración dentro de

la cámara a través del tiempo se cuantifica para calcular una tasa de flujo, la cual puede ser extrapolada a un área fuera de la cámara” (Laura Natalia Arenas Calle, 2015)

Cabe mencionar que el diseño de las cámaras estáticas depende de las características del cultivo. Es por ello que en la presente investigación se diseñan las cámaras estáticas de modo similar al establecido por Sanchis, E., (2014) quien estimó las emisiones de metano en cultivos de arroz en una investigación desarrollada en Valencia – España.

PREPARACIÓN DE CÁMARAS ESTÁTICAS: Las cámaras estáticas fueron ejecutadas a base de planchas de policarbonato. Después de adquirir el material, fue cortado según las dimensiones requeridas. También se usaron cintas de madera en cada arista, con el fin de darle un soporte a la cámara. Con el fin de sellarla completamente se usó pegamento de policarbonato en cada arista de la caja y finalmente fue cubierta con plástico film.

Cada cámara fue diseñada según las siguientes medidas:

Tabla 25. “Dimensiones de las cámaras estáticas para captación de metano”

Altura	Espesor	Ancho	Volumen
0.6 m	0.4 m	0.4 m	0,096 m ³

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 43. Cámaras para la medición de metano

El criterio de fijación de las cámaras, fue siguiendo el criterio propuesto por Bayer, C. et.al. Donde se considera enterrar la base o soporte de la cámara unos 5 cm. luego hacer un sello de agua para evitar fugas de gas al momento de tomar los datos de emisión. Las cámaras fueron ubicadas previamente codificadas de manera arbitraria, una cámara por cada poza. Siendo enterradas de 5 a 10 cm. en el terreno del cultivo.

ADQUISICIÓN DE BLISTERS PARA MEDICIÓN DE METANO: Los Blisters o tubos Drager fueron adquiridos por medio de un laboratorio ambiental, los cuales cuentan con certificado de calibración (Ver anexo 09). Después de obtener los Blisters se hace la compra de los demás materiales (Jeringa, teflón, manguera siliconada, etc.).



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 44 “Blister para medición de metano”



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 45. “Materiales usados para la medición de metano en campo”

Según la página Technology for life Dräger, menciona “Un sistema de Tubos Dräger o Dräger – Tubes, son frascos de vidrio lleno de sustancias químicas que reaccionan a una determinada sustancia o familia de sustancias. La bomba a fuelle Dräger Accuro extrae por el tubo una muestra de 100 ml de aire. Si una sustancia meta está presente, cambia el color del reactivo contenido en el frasco, y típicamente la extensión de dicho color indica la concentración medida. Este sistema es la forma de detección de gases más popular del mundo” (pág. 38. 2003).

2.1.1.6 Control y seguimiento

En esta etapa se realiza un control de seguimiento a los datos registrados de metano, volumen hídrico empleado, crecimiento en cada etapa del arroz y producción final.

Los datos son registrado en cada etapa del ciclo fenológico del arroz.

a) Crecimiento de arroz

La recolección de datos del crecimiento de arroz se registró en cada etapa de su ciclo fenológico. Se hizo la medición con 20 repeticiones de cada poza sembrada. Las observaciones de las características de las plantas fueron necesarios para determinar algunas secas de agua debido a factores climáticos no previstos.

Para ello, se colectaron datos de manera interpolada haciendo uso de un hidrógrafo. Los datos recolectados fueron:

- Temperatura Ambiente
- Humedad relativa
- Temperatura de evaporación

Estos datos fueron registrados en todo el periodo de cultivo, con la misma medición para ambos riegos, estos datos son tomados de manera referencial en la reducción del riego aplicado. Sin embargo, no son parámetros importantes dentro de los límites de la investigación.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 46 "Hidrógrafo"

Se recolectó los datos iniciales en la siguiente tabla.

Tabla 26 Recolección de datos climáticos.

Hora	T° Ambiente	% HR	T° Evaporación
6:00	29	60	20
12:00	34	40	22
18:00	30	50	21

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

GERMINACIÓN: En esta etapa se inició la fase vegetativa, y se evidenció el prendimiento de la raíz en el suelo, la emergencia del coleóptilo y la formación de la primera hoja completa.



*Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 47. Prendimiento de la planta.*

En esta etapa el crecimiento del arroz llega a una altura promedio de 0,5 cm. tanto para el RI como para el RT. (Ver tabla N° 42). En toda esta etapa se mantuvo la lámina de agua inicial.

PLÁNTULA: En esta etapa se evidenció la aparición de la segunda hoja que da inicio a la formación de las hojas secundarias. De acuerdo a la evidencia se consideró el 10 de febrero como inicio de esta etapa y se tomaron los datos después de 4, 10, 18 y 32 días de entrada a esta etapa. (Ver tabla N° 42)

Toda la etapa de plántula en la fase vegetativa tuvo una duración de 27 días aproximadamente. Por lo que, las mediciones se realizaron en 4 ocasiones con un número de 20 repeticiones.

Tabla 27 “Recolección de datos de campo del crecimiento de arroz en etapa de plántula”

ETAPA	RIEGO INTERMITENTE (RI)					RIEGO INUNDADO (RT)		
	FECHA	DDE	POZAS			POZAS		
PI1			PI2	PI3	Pz1	Pz2	Pz3	
Plántula	19/02/2018	10	8,5	6	9	8	10	11,5
			8,7	8	11	8,5	8,5	6
			9	5	10	8	8,5	8,1
			6	7	10	8	11	3
			8	10	10	9	9	10
			7	8	6	8	8	9

			7,5	8,5	7	9	8	10
			9	7	9	11	8,5	7
			10	5	10	9	7,8	9
			9	8	9	8	11	8,2
			10	7,5	9	8	10	10
			9	6	12	4	9	10
			8	7	8	8	9	11
			9	6	9	8	5	8
			8	8	10	6	6	9
			9	6	9	9	6	9
			8	6	9	8	6	6
			6,5	9	9	7	5	
			7,3	7,5	8	8	9	
			9	8	6	9		
			8,325	7,175	9	8,08	8,17	8,52
	27/02/2018		10	23	27	22	20	16
			18	17	26	23	10	21
			15	20	21	21	8	10
			17	15	18	14	19	20
			19	14	25	24	15,5	22
			13	22	21	15,6	20	20
			24	16	18	19,3	23	10
			11	23	24	18	14	18,5
			14	19	15	20	15	13
			21	24	13	23	16	24
			16,2	19,3	20,8	19,99	16,05	17,45

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

14/02/2018

Las plantas en promedio tuvieron un crecimiento de 5 cm para ambos riegos, en esta etapa, ambos grupos de estudio contaban con riego inundado y se mantuvo una lámina de agua mínima, la cual se fue incrementando de acuerdo al crecimiento de la plántula. Se observó que la planta presentaba características y condiciones similares en ambos grupos

En el caso de algunas pozas del riego inundado presenta pequeños espacios de terreno donde las plantas de arroz no han crecido de manera uniforme.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 48 Plántula de arroz, aparición de la segunda hoja

19/02/2018: Las plántulas de ambos riegos cuentan con 2 a 3 hojas desarrolladas y una altura promedio de 8 cm. Las semillas de arroz aún se notan en la base del suelo y se sigue observando espacios donde el arroz no ha crecido de manera uniforme.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 49 Plántula de arroz y Medición de plántulas

19/02/2018

Para esta fecha las plantas medían 8 cm. en promedio (Tabla N° 42) el grupo de riego intermitente tenía una lámina de agua de 3 a 5 cm. en algunas pozas y el riego inundado mantenía una lámina de agua de 5 cm.

27/02/2018: Se realizó la medición de las plantas de ambos grupos, con un tamaño promedio de 18 cm. Las plantas muestran más de 4 hojas formadas y se observa el ensanchamiento del tallo principal de la planta. A los 22 días en esta etapa se redujo el nivel de agua del grupo de riego intermitente, dejando el suelo completamente saturado. Una semana después se aplicó el primer riego intermitente y la primera medición de metano

El grupo del riego inundado se mantuvo una lámina de agua de 7 cm.



*Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 50 Plántula en riego inundado*



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 51 Plántula en riego intermitente

En las imágenes se puede observar los dos tipos de riego y el tamaño y población de las pozas.

MACOLLAJE: Esta etapa inició cuando la planta ya formó un tallo matriz y desarrolló el primer macollo. También se mostró la raíz completamente fija en el lecho del suelo y el ensanchamiento del tallo de la planta llenando todos los vacíos de la chacra. Según antecedentes se considera esta como la última etapa de la fase vegetativa del arroz.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 52 Riego Inundado



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 53 Riego intermitente

La etapa de macollamiento en el estudio se extendió desde el 08 de marzo hasta la primera semana de abril, teniendo una duración de 30 días aproximadamente. En todo este periodo se realizaron 2 mediciones de crecimiento de la planta realizadas el 15 y el 30 de marzo del 2018.

15/03/2018: Para esta fecha las plantas cuentan con una semana de haber entrado a la etapa de macollamiento, Los primeros macollos se hicieron más visibles y el tallo se empieza a ensanchar para la emergencia de más macollos. Esta etapa puede considerarse importante para la producción de arroz.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
 Figura 54 Evidencia de los primeros macollos.

En esta etapa se realiza la segunda medición de metano, tomado poco después de la aplicación del tercer riego intermitente.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 55. Medición etapa de macollaje

30/03/2018: Para estas fechas, las plantas de arroz de ambos cultivos han llenado en su totalidad el campo de cultivo, hay en promedios 4 macollos por planta y entre 12 – 14 hojas por planta.

Después de la medición se observan pequeñas diferencias de tamaño entre el riego intermitente y el inundado, pero en su conjunto las planta miden 50 cm. en promedio.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 56 Campo en macollamiento

En la etapa de macollamiento que comprende la elongación del tallo, se llevó a cabo todos los riegos intermitentes.

PREÑEZ: Esta etapa se inició cuando los macollos de cada planta estuvieron totalmente desarrollados y el tallo ha alcanzado su máxima elongación y engrosamiento. Es conocida también como el primordio floral porque posterior a este estado de la planta inicia la emergencia de las primeras espigas. Tuvo una duración aproximada de 20 días, desde el 07 al 27 de abril aproximadamente.

El riego intermitente abarca parte de esta etapa, cuando la planta empieza a alongar su tallo, es aquí cuando termina el riego intermitente y da paso a la inundación completa del campo con una lámina de agua de 5 cm. para el grupo de RI y **7 cm** para el riego inundado.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 57. Presencia de los primeros macollos preñados



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 58. Campo de cultivo en etapa de preñez al 10 de abril del 2018

Con la etapa de la preñez la planta entra a la fase reproductiva del ciclo fenológico. Se hizo la medición del crecimiento de arroz el 27/04/2018 y tuvo una duración de 20 días.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 59. Ensanchamiento de tallo y macollos preñados al 20 de abril del 2018

ESPIGAZÓN: Esta etapa inició cuando se hicieron visibles las primeras inflorescencias en el campo de cultivo tanto en el grupo del riego intermitente como el grupo de riego inundado o tradicional. Las espigas según la tabla de

resultado N 54 inician con un tamaño de 18 a 20 cm. promedio en todo el campo. En toda esta etapa prevalecen los campos inundados.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 60 Inflorescencia en el campo de arroz.

En la imagen se observa la formación de las primeras espigas de arroz en el campo de cultivo.



Fuente: Desarrollo de Investigaciones. (Elaboración propia)
Figura 61. Primeras inflorescencias en todo el campo de cultivo

La etapa del espigazón duró 10 días aproximadamente, se consideró esta etapa hasta que cada poza tenga más del 10% de plantas con espigas. Se vuelve a medir el crecimiento de arroz.

FLORACIÓN: En el estudio se consideró inicio de floración cuando todas las plantas tenían la espiga formada y se veía las inflorescencias (flores blancas) en todo el campo del cultivo. Esta etapa inicia la fase de madurez en la planta,



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 62. Espigas en floración en los 2 grupos de estudio.

Al término de la floración se puede observar la consolidación de los granos de arroz en las espigas, y la separación de las mismas.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 63. Formación de espigas con granos definidos.

Esta etapa duró en un promedio de 20 días y se evidenció la presencia de espigas bien formadas en todo el campo de cultivo. Las espigas en la etapa de floración contienen granos aún no llenados, pasada esta etapa se inicia el llenado de granos.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 64. Planta en floración

Se pudo observar también la cantidad de macollos por planta en promedio de 10 a 12 macollos, cada quien con una a más espigas.

En esta etapa los macollos presentan la cáscara de arroz completamente formada de color verdoso.

LLENADO DE GRANOS: Esta etapa inició después de la floración y cuando se evidenció el inicio de maduración de espigas. En esta etapa, se vio el cambio de coloración del grano de arroz, pasando de color verde a color mostaza. El color verde indica la fase de llenado de grano que se encuentra aún en estado lechoso, y el color mostaza indica la consolidación del grano en un estado lechoso hasta su total solidez.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 65 Planta en estado lechoso



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 66 "Planta de arroz con decaimiento de espigas"

COSECHA

Esta etapa consistió en cosechar las plantas de arroz de toda la muestra cultivada, la actividad se desarrolló con una máquina cosechadora. La cantidad de Kg. obtenidos lo evidenciamos en la tabla de resultados N° 58. En esta etapa se evidencia el decaimiento de las espigas por el peso del arroz. La cascara de arroz está bien formado y de color amarillento.

La cantidad promedio de arroz por espiga en cada grupo es de 80 a 120 granos en paja, también se hizo la medición del largo de la raíz llegando a 20 cm. de longitud.

En toda esta etapa se tuvo el suelo completamente seco para evitar problemas al momento de realizar el recojo de granos y atascos con la maquinaria.



*Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 67 “Actividad de cosecha con Máquina cosechadora en el campo”*

Después de cortar los macollos o semilleros, los granos son trasvasados a sacos de chacra de 80 Kg. cada uno.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 68. "Recolección de granos de arroz en sacos"



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 69 "Campo cosechado"

b) Volumen de agua

El volumen de agua se registró en los dos grupos desde la preparación del terreno hasta la etapa de la cosecha. Y fue aplicada de acuerdo al sistema hídrico establecido líneas arriba (gráfico N° 06) el control del suministro y drenaje de agua se hizo mediante el sistema de compuertas y cortes de los pasos de agua para ambos grupos.

PREPARACIÓN DEL TERRENO:

Para esta actividad el agua empleada fue de **254 m³**, Los cálculos se basan en: la cantidad de agua para humectar y remover el suelo a una profundidad de 30 cm. en promedio.

Se realizó la humectación y remoción del terreno hasta alcanzar la capacidad de campo, luego se inició con el batido del suelo. Por lo que, se mantuvo un riego constante de 3 horas continuas, hasta entrar en estado lodoso.

$$V. \text{ de agua} = 64,8 \frac{m^3}{h} \times 3h$$

$$V. \text{ de agua} = 194,4 m^3$$

En este proceso se fue realizando la formación de pozas de acuerdo al escurrimiento de las aguas. Después de llegar a la capacidad de campo se forma una lámina de agua de 5 cm.

De acuerdo a la equivalencia explicada líneas arriba 1 mm de lámina de agua equivale a 1 L/m²

Por lo tanto:

$$5 \text{ cm.} \Leftrightarrow 50 \text{ mm} \Leftrightarrow 50 \text{ L/m}^2$$

$$V. \text{ de agua} = 50 \text{ L} \times 1200 \text{ m}^2$$

$$V. \text{ de agua} = 60 m^3$$

Entonces el agua gastada en el proceso de preparación de terreno es:

$$\text{Agua empleada} = 60 m^3 + 194 m^3$$

$$\text{Agua empleada} = 254 m^3 \Leftrightarrow 254\,000 \text{ L}$$



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 70. Formación de pozas

Después de formar las pozas y establecer la lámina de agua, se dejó los suelos anegados por un tiempo de 2 días. Pasado este tiempo se drena el agua contenida. (Almácigo).

GERMINACIÓN:

Después de drenar el terreno, se aplica una lámina de agua de 5 cm. equivalente en ambos grupos (RI y RT), de acuerdo al diseño del régimen hídrico para el presente estudio (Gráfico N° 06). No se aplicó un riego continuo por motivos que el ahogamiento de la semilla puede incidir en la germinación de la planta.

Por lo tanto el volumen de agua empleado en esta etapa es de

$$V. Agua_{germinación} = 50 \text{ L/m}^2 \cdot 1200 \text{ m}^2$$

$$V. Agua_{germinación} = 60000 \text{ L} <> 60 \text{ m}^3$$

Después de los dos días que duró esta etapa se registró la lámina de agua en 2 cm.

PLÁNTULA: La diferenciación del riego inició en fase final de la plántula. Siguiendo el régimen hídrico planteado en el gráfico 6. Esta etapa tuvo una duración promedio de 27 días. En el riego intermitente durante las 3 primeras semanas se mantuvo una lámina de agua de 5 cm. en la cuarta semana se aplicó el primer riego intermitente. (De acuerdo al crecimiento de la planta).

Tabla 28 Plántula: Lámina de reposición de agua en ambos riegos

Tipo de riego	Etapas	L_r	L_0	L_R	Volumen empleado
	Germinación	5 cm	5 cm	2 cm	
Riego intermitente	Plántula	3 cm	5 cm.		$30 * 600$ $= 18 \text{ m}^3$
Riego inundado	Plántula	8 cm	10 cm		$= 80 * 600$ $= 48 \text{ m}^3$

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

L_r = Lámina de agua a reponer

L_0 : Lámina inicial (Lámina con la que inicia la etapa)

L_R : Lámina residual (Lámina de agua con la que finaliza una etapa)

$$L_0 = L_R \text{ de etapa anterior} + L_r \text{ de etapa a evaluar.}$$

En esta etapa se evidenció que la lámina de agua de 5 cm. fue consumida en un periodo de 2 días, lo que significa que en este punto el terreno se encuentra a capacidad de campo.

Tabla 29 Plántula: Consumo de agua en ambos riegos

Tipo de riego	Lámina de agua. (cm)	V. aplicado m^3	Tiempo consumido	$V \text{ de consumo}$
Riego Intermitente	5	30	2 días	$15 \text{ m}^3/\text{día}$
Riego Inundado	10	60	4 días	$15 \text{ m}^3/\text{día}$

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia).

El agua disponible para el riego intermitente es de 29 m³ de agua disponible para 600 m². Al cabo de las 3 semanas se aplica el primer riego intermitente.

Por lo tanto de acuerdo a una relación aritmética, en los arrozales se consumen 15 m³ diarios, Después de 2 días la lámina de agua es cero y el terreno está a capacidad de campo. Por lo que se establece 2 días más después de alcanzar la capacidad. Es por ello que, se estableció un periodo de 4 días para volver a inundar el campo del grupo del riego intermitente a una lámina de agua de 5 cm.

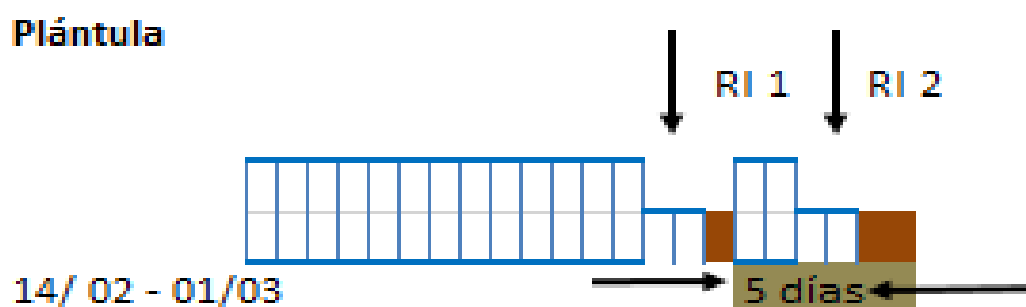
En tal sentido por cada riego intermitente empleado se usó 60 m³ de agua a una lámina de agua de 5 cm. El caudal aplicado al riego intermitente se reduce a la mitad respecto al caudal general, por la división de agua para cada riego. Según este criterio el tiempo que demanda agregar esta cantidad al grupo del riego intermitente es:

Q₁: Caudal general del canal 64,8 m³/h

Q₂: Caudal para el riego intermitente e inundado. 32,4 m³/h

$$t = \frac{75 \text{ m}^3}{\frac{32,4 \text{ m}^3}{\text{h}}} \cong 1,23 <> 2 \text{ horas con } 20 \text{ minutos}$$

Por lo que se consideró un tiempo de 2.20` para inundar el campo completamente a una lámina de 5 cm.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Gráfico 7 Aplicación de RI en la etapa de plántula

En la etapa de plántula el volumen consumido fue de:

Riego intermitente:

Del 14 de febrero al 01 de marzo: (18 días)

$$V. agua = 18 \text{ días} * \frac{15m^3}{\text{día}}$$

$$V. agua = 270 m^3$$

Del 02 de marzo al 07 de marzo (6 días): Cada riego intermitente tiene una duración de 4 días considerando la reposición de la lámina de agua, por lo que en esta fecha se realizó 1 riego intermitente.

$$V. agua = 60 m^3 * 1$$

$$V. agua = 60 m^3$$

$$V. Agua total = 270 + 60 + 18 = 348 m^3$$

Se considera 18 m³ el volumen empleado en reponer la lámina de agua en el cambio de etapa. (Tabla N° 31)

Riego Inundado:

En cuanto al riego inundado, se aplicó un volumen de 48 m³ para completar la lámina de agua de 10 cm.

Posterior a ello, se reduce el caudal de ingreso a una razón de 3 m³/h. por 4 horas seguidas, esta práctica realizan los agricultores para mantener el agua en movimiento El consumo de agua es de 15 m³/día

$$V. agua consumido = (15 m^3 * 27) + 48 m^3$$

$$V. agua consumida = 453 m^3$$

Sin embargo, en el campo se tiene un riego continuo con un caudal mínimo por motivos que la proliferación de vectores no se desarrolle, es por ello que tienen un flujo de agua continuo de poza a poza. En este caso se mantuvo un caudal de 2 m³/h por 12 horas. Entonces hubo un uso de 24 m³/día, de los cuales el agua necesaria solo fue de 15 m³/día. En tal caso, en esta etapa hubo un desperdicio de 9 m³/día equivalente a 243 m³/día.

$$V. \text{ agua consumida total} = 453 \text{ m}^3 + 243 \text{ m}^3$$

$$V. \text{ agua consumida total} = 696 \text{ m}^3$$



*Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
Figura 71 "Riego intermitente a capacidad de campo".*

MACOLLAMIENTO: en toda la duración de esta etapa se desarrolla la aplicación de riegos intermitentes el grupo de RI. Esta etapa tuvo una duración de 30 días, y el riego es de acuerdo a la saturación del suelo y la capacidad de campo. Para el riego inundado se usó una lámina de agua de 10 a 15 cm. según el crecimiento de la planta.

En esta etapa de acuerdo al diseño del régimen hídrico, los suelos mantienen una lámina de agua cero en suelos saturado, y luego se deja drenar hasta que se observe visualmente un suelo moderadamente húmedo. En este proceso se estableció, 3 días como duración de ciclo. Pasado los 3 días se vuelve a inundar el terreno hasta su punto de saturación.

Para que el grupo de riego intermitente llegue a su capacidad de campo. En este periodo se realizan 9 riegos intermitentes.

$$V. \text{ agua} = 32,4 \frac{\text{m}^3}{\text{H}} * 40 \text{ min} * 9$$

$$V. \text{ agua} = 21,6 \text{ m}^3 * 9$$

$$V. \text{ agua} = 194,4 \text{ m}^3$$

RIEGO INUNDADO:

La cantidad de agua empleada en esta etapa, para el riego inundado se realiza a una lámina de 10 cm, que va aumentando de acuerdo al crecimiento de la planta, además por ser una etapa extensa se drenó el terreno en 4 oportunidades.

- 08/03: Se aplica una lámina de agua por 10 cm.
- 15/03: Se retiró el manto de agua y se vuelve a inundar el terreno con una lámina de agua de 10 cm
- 22/03: Se drenó el terreno y se aplicó una lámina de 12 cm.
- 30/04: Se drenó el terreno y se aplicó una lámina de 12 cm.

De acuerdo a lo mencionado se estableció la Tabla N° 33 con los datos recogidos de campo.

Tabla 30 Consumo de agua en el grupo de riego inundado en la etapa de Macollamiento

RIEGO INUNDADO					
Macollamiento				Área en m ²	600
fecha de drenaje	Lámina de agua	V. agua en (m ³) por lámina de agua	Nº de días	V. consumo diario (m ³)	V. agua consumido por día
08/03/2018	10	60	6	15	90
15/03/2018	10	60	6	15	90
22/03/2018	12	72	7	15	105
30/04/2018	12	72	8	15	120
06/04/2018	Corte de agua la reposición cuenta para la siguiente etapa				

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Sin embargo, igual que en la etapa de plántula se mantuvo un caudal constante de 2m³/H, después de alcanzar la lámina de agua se redujo a este caudal. 0 24 m³/ día, sabiendo que el consumo necesario de agua diario es de 15 m³/día, hay un desperdicio de 9 m³/día por los 30 días que dura la etapa de macollamiento. Entonces el agua total consumida es de:

$$V. de agua = 60 + 60 + 72 + 72 + 720$$

$$V. de agua = 984$$



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
 Figura 72. Control del riego en el cultivo de arroz.

El control de agua para las etapas de preñez, Espigazón y floración se realizó bajo una lámina de agua de 5 cm para el riego intermitente y de 10 – 12 cm para el riego inundado.

PREÑEZ: Etapa que duró 20 días donde se generó un consumo necesario de 15 m³/día pero de 24 m³/día aplicados para el riego inundado. Adicional a ello se suma la reposición de lámina de agua pasado de la etapa de macollaje a la etapa de Preñez. En esta etapa es donde agronómicamente se debe garantizar la disponibilidad hídrica para no afectar su producción.

En esta etapa se registra 2 drenajes, uno el 15 de abril mitad de etapa y otro el 27 de abril finalizando la etapa de preñez.

Volumen de agua usada en el grupo del Riego intermitente:

- 07/ 04/2018: Se aplica la lámina de agua de 5 cm <> 30m³ de agua.
- 15/04/2018: Se desagua y se aplica la lámina de agua de 5 cm <> 30m³ de agua.
- 27/04/2018: Se desagua el campo para el inicio de la siguiente etapa

$$V. \text{ agua} = (5 \text{ cm} * 600 \text{ m}^2) \times 2^* + (15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 8 \text{ días}) + (15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 11 \text{ días})$$

$$V. agua = (50 \frac{L}{m^2} * 600 m^2) x 2 + (120 m^3) + (165 m^3)$$

$$V. agua = (30 m^3 x 2) + 285 m^3$$

$$V. agua = 60 + 285$$

$$V. agua = 345 m^3$$

Volumen de agua usada en el grupo del Riego inundado:

Siguiendo los mismos criterios se registra un consumo de:

- 07/ 04/2018: Se aplica la lámina de agua de 10 cm <> 60m³ de agua.
- 15/04/2018: Se desagua y se aplica la lámina de agua de 12 cm <> 72m³ de agua.
- 27/04/2018: Se desagua el campo para el inicio de la siguiente etapa

En esta etapa se mantiene un caudal de 2m³/H <> a 24m³/día.

$$V. agua = (10 cm * 600 m^2) x 2^* + (24 \frac{m^3}{día} * 19 días)$$

$$V. agua = (60 x 2) + 456$$

$$V. agua = 120 + 456$$

$$V. agua = 516 m^3$$

Sabiendo que el agua necesaria es solo de 15 m³/ día existe un desperdicio de 9 m³/ día <> 171 m³/ día.

2*: Cantidad de desagües realizados al campo

Tabla 31 Control y seguimiento del consumo de agua en el riego intermitente

Riego intermitente			
Etapas	Nº de días	Nº de drenajes por necesidad del cultivo	Lámina de agua (cm)
Espigazón	10	1	5
Floración	20	1	5

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Los mismos criterios son establecidos para el riego inundado con una lámina

de agua de 12 cm.

ESPIGAZÓN:

- 28/04/2018: Inicio de la etapa. Aplicación de la lámina de agua de 5 cm.
- 04/05/2018: Desagüe del campo de cultivo y reposición de la lámina de agua.
- 10/05/2018: Fin de la etapa.

Riego intermitente

$$V. agua = (5 \text{ cm} * 600 \text{ m}^2) + (15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 5 \text{ días}) + (15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 06 \text{ días})$$

$$V. agua = (50 \frac{L}{\text{m}^2} * 600 \text{ m}^2) + (75 \text{ m}^3) + (90 \text{ m}^3)$$

$$V. agua = 30 \text{ m}^3 + 165$$

$$V. agua = 195 \text{ m}^3$$

Riego Inundado

- 28/04/2018: Inicio de la etapa. Aplicación de la lámina de agua de 10 cm.
- 04/05/2018: Desagüe del campo de cultivo y reposición de la lámina de agua.
- 10/05/2018: Fin de la etapa.

$$V. agua = (10 \text{ cm} * 600 \text{ m}^2) \times 2^* + (24 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 10 \text{ días})$$

$$V. agua = 60 + 240$$

$$V. agua = 310 \text{ m}^3$$

Igual que en las etapas anteriores se mantuvo el caudal de 2m³/H. En esta etapa hubo un desperdicio de 90 m³ de agua.

Donde 2 es por la cantidad de riegos aplicados (realizados el 28/04 y el 04/05)*

FLORACIÓN:

De acuerdo a la Tabla N° 31 esta etapa tiene una duración de 20 días.

Riego intermitente

- 11/05/2018: Inicio de la etapa. Aplicación de la lámina de agua de 5 cm.
<> 30m³

- 20/05/2018: Desagüe del campo de cultivo y reposición de la lámina de agua.
- 31/05/2018: Fin de la etapa.

$$V. agua = (5 \text{ cm} * 600 \text{ m}^2) + (15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 9 \text{ días}) + (15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 10 \text{ días})$$

$$V. agua = (50 \frac{L}{\text{m}^2} * 600 \text{ m}^2) * 2 + (135 \text{ m}^3) + (150 \text{ m}^3)$$

$$V. agua = 60 \text{ m}^3 + 285$$

$$V. agua = 345 \text{ m}^3$$

Riego Inundado

- 11/05/2018: Inicio de la etapa. Aplicación de la lámina de agua de 10 cm. <> 60m³
- 20/05/2018: Desagüe del campo de cultivo y reposición de la lámina de agua.
- 31/05/2018: Fin de la etapa.

$$V. agua = (10 \text{ cm} * 600 \text{ m}^2) * 2^* + (24 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 20 \text{ días})$$

$$V. agua = 120 + 480$$

$$V. agua = 600 \text{ m}^3$$

Se considera los 24 m³/día por el caudal empleado en esta etapa

Donde 2 es la cantidad de desagües en el campo realizado el 11 y el 20 de mayo.*

LLENADO DE GRANOS: En esta etapa previa a la cosecha, tanto para el riego inundado como el riego intermitente se reduce el suministro de agua de forma secuenciada hasta su total corte después de los 10 días, con el fin de mantener los suelos completamente secos en la etapa de cosecha.

Para el riego intermitente se aplicó una lámina de agua de 5 cm y se aplicó el riego cada 5 días de la misma forma que se hizo en la etapa de plántula. Este proceso se repitió 2 veces.

c) Emisiones de metano:

Esta actividad se realizó en 5 momentos según las etapas del ciclo fenológico de la planta. Las etapas en las que se registraron los datos fueron: Plántula, Macollamiento; Preñez, Floración y llenado de granos (previo a la cosecha)

Para ello, se colocó una cámara por cada poza de arroz (6 en total) debidamente codificadas, luego se procedió a instalar el sistema de captación de metano, en todas las etapas recolectadas se siguió el mismo procedimiento.



*Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 73. Cámara instalada y codificada*

- Primero se enchufó una manguera siliconada al pivote del cilindro de la jeringa y se selló con cinta de teflón. De la misma forma se enchufa otro pedazo de manguera siliconada a la boquilla de la aguja de jeringa.
- Después se verificó los blisters de medición o tubos drager, y se identificó con ayuda del manual la ubicación correcta del blíster para la medición. El punto por donde ingresa el aire se definió como punto inicial (Po) y el final del tubo como punto final (Pf), que generalmente van de forma correlativa a la escala de medición (de 1 a 10 ppm).

Faltando poco para dar inicio a la recolección de datos, se rompió ambos extremos del blíster o tubo drager, donde el punto final se unió a la manguera del cilindro de jeringa y el punto inicial a la manguera de la aguja de jeringa. (Figura N° 74)



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 74. Sistema de captación de gas metano

La primera medición de metano se hizo cuando la planta de arroz se encontraba a una semana de entrar en macollamiento, cuando el suelo se encontraba a capacidad de campo. En todas las mediciones las cámaras fueron instaladas a las 8 am. y se registraron los datos desde las 2 pm en adelante. El blíster se instaló cuando el cilindro no contenía nada de aire en su interior, luego se pinchó la cara superior de la cámara con la aguja, una vez bien establecido el sistema se inició la succión del gas acumulado en la cámara, levantando el embolo de la jeringa de manera muy lenta hasta que llegue a su tope máximo.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)
Figura 75. Toma de metano en arroz. Macollamiento

En el proceso de succión se evidenció el cambio y asenso de coloración, indicador de la presencia de metano en el cultivo confinado, cuando el embolo del cilindro llegó al máximo se registró el dato en el marcador del blíster. Este proceso se realizó en cada poza de arroz.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
 Figura 76. Cambio de coloración en el blíster de medición (RT y RI)

Los datos registrados fueron tomados para hacer el control y registro de los parámetros físicos y químicos en la incidencia de generación de metano. (Tabla Nº 44). Estos datos fueron registrados en cada momento que se realizó la medición de metano.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)
 Figura 77. Medición de la temperatura del suelo en el Riego intermitente y en el Riego inundado al momento de la medición de metano.

2.1.2 Instrumentos de recolección de datos

- “Riego intermitente y periodo de secas” (Anexo 01)
- Tipo de suelos del Fundo el Triunfo (Anexo 02)
- Emisiones de metano. (Anexo 03)
- Crecimiento y producción de arroz. (Anexo 04)
- Matriz de Operacionalización (Anexo 05)
- Matriz de Consistencia (Anexo 06)
- Mapa de ubicación. (Anexo 07)
- Matriz de determinación de Aspectos y Evaluación de Impactos Ambientales generado por el cultivo de Arroz, (Anexo 08).
- Certificado de calibración de blíster (Anexo 09)

2.1.3 Confiabilidad

Para medir la confiabilidad del instrumento se utilizó el alfa de Crombach. Debido a que es un coeficiente usado para medir la confiabilidad de un instrumento. Según Bojorquez, J. (2013) “Existen diferentes estadísticos que se pueden usar para medir la confiabilidad de un instrumento, pero las ventajas del alfa de Crombach es que requiere de una sola administración del instrumentos de medición manejando valores que oscilan de 0 a 1. [...] El mínimo valor aceptado para la confiabilidad es 0.7; inferior a ello la consistencia del instrumento se considera baja”

Primer instrumento

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Casos Válido	3	25,0
Excluido ^a	9	75,0
Total	12	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
1,000	10

Segundo instrumento

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Casos Válido	3	33,3
Excluido ^a	6	66,7
Total	9	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
1,000	10

Tercer Instrumento

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Casos Válido	3	100,0
Excluido ^a	0	,0
Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
1,000	10

Cuarto Instrumento

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Casos Válido	3	100,0
Excluido ^a	0	,0
Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
1,000	10

Para el presente estudio se obtuvo para todos los instrumentos el valor de 1.00 para el alfa de Cronbach, por lo que se verifica que el instrumento es confiable para su aplicación.

2.5 Método de análisis de datos

Para dar respuesta a la hipótesis general, las dimensiones estudiadas se basan principalmente en las emisiones puntuales de metano generado con el volumen

de agua empleado en cada etapa del cultivo tanto en el grupo del riego intermitente como el riego inundado. (Tabla 33)

Tabla 32 Prueba de normalidad de emisión de metano proveniente del cultivo de arroz según tipo de riego aplicado.

	Tipo de riego	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Emisiones de metano	Riego Inundado	,160	15	,200	,910	15	,134
	Riego intermitente	,182	15	,196	,859	15	,023
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de la significación de Lilliefors							

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Por el número de muestras se usa la significancia de *Shapiro Wilk* donde se evidencia que uno de los valores obtenidos son menores de 0,05 por los que los datos no tienen una distribución normal.

Por lo tanto de acuerdo a las características del estudio se definió dos grupos de análisis Riego intermitente y riego inundado. En tal caso para responder a nuestra hipótesis general se usó el estadístico de la *U de Mann Witney* para realizar la prueba de hipótesis para muestras no paramétricas en grupos independientes. (Tabla 34)

Tabla 33 Rangos relacionados para la emisión de metano emitido de los cultivos de arroz en el fundo el Triunfo

Rangos				
	Tipo de riego	N	Rango promedio	Suma de rangos
Emisiones de metano	Riego Inundado	15	18,90	283,50
	Riego intermitente	15	12,10	181,50
	Total	30		

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

En la tabla 33 se observa el rango de emisiones generadas por el cultivo de arroz tanto en el riego intermitente como en el riego inundado, según tabla 38 se observa que la media de mayor emisión de metano es de 18,90 que pertenece

a lo emitido por el grupo del riego inundado. El total de datos analizados fueron 15 por grupo.

Tabla 34 Prueba de hipótesis para la emisión de metano emitido de los cultivos de arroz en el fundo el Triunfo

Estadísticos de contraste ^a	
	Emisiones de metano
U de Mann-Whitney	61,500
W de Wilcoxon	181,500
Z	-2,116
Sig. asintót. (bilateral)	,034
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,033 ^b
a. Variable de agrupación: Tipo de riego	
b. No corregidos para los empates.	

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

Según la tabla N° 34, observamos que la significancia del estadístico de prueba a un nivel de confianza del 95% es de 0,034 menor que 0,05 por lo que se concluye que según prueba estadística el riego intermitente reduce las emisiones de metano en el fundo el triunfo, dando respuesta al objetivo general de la investigación realizada. (Rechaza la hipótesis nula)

CRECIMIENTO DE LA PLANTA SEGÚN EL TIPO DE RIEGO APLICADO

Para dar respuesta estadística a nuestro segundo objetivo específico se relacionó los datos obtenidos del crecimiento de la planta de arroz en cada etapa del ciclo fenológico en determinadas ocasiones según el tipo de riego empleado. (Riego intermitente y riego inundado)

Tabla 35 Prueba de hipótesis del crecimiento de la planta según tipo de riego aplicado

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Crecimiento de arroz en riego intermitente	,270	27	,000	,839	27	,001

Crecimiento de riego inundado	,248	27	,000	,850	27	,001
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

Por el número de muestras se usa la significancia de *Shapiro Wilk* donde se evidencia que la significancia es menor que 0,05 por lo que los datos no tienen una distribución normal.

Para realizar la prueba de hipótesis se usó el estadístico de la *U de Mann Witney* para datos no normales con muestras independientes (Riego inundado y riego intermitente) (*Tabla 36*)

Tabla 36 Prueba de hipótesis del crecimiento de arroz según el tipo de riego aplicado

Estadísticos de contraste ^a	
	Crecimiento de arroz
U de Mann-Whitney	348,000
W de Wilcoxon	726,000
Z	-,285
Sig. asintót. (bilateral)	,775
a. Variable de agrupación: Tipo de riego	

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

De acuerdo a la prueba de hipótesis para muestras no paramétricas de grupos independientes, se evidencia que la significancia bilateral es de 0,775 mayor que 0,05 a un nivel de significancia de 95%. Por lo que se concluye que el riego intermitente no genera variación en el crecimiento de la planta de arroz, comparado al crecimiento del arroz con riego inundado. Si no, que se mantiene dentro de los rango normales del crecimiento. Con este resultado estadístico se da respuesta al segundo objetivo específico de la presente investigación.

VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO SEGÚN TIPO DE RIEGO APLICADO.

La variación de las propiedades fisicoquímicas de los suelos es importante en toda la etapa del cultivo, por motivos que estas influyen en las emisiones de

metano según antecedentes revisados. La cantidad de materia orgánica presente en el suelo, como el pH o la temperatura misma del suelo son valores que determinan el comportamiento de poblaciones microbianas en el suelo. Es por ello, que es de utilidad conocer estos valores en toda la etapa de la investigación y su variación de acuerdo a la aplicación de diferentes tipos de riego.

Tabla 37 estadísticos descriptivos en los valores de los parámetros físico-químico según riego empleado

	Tipo de riego			Estadístico
pH del suelo	Riego intermitente	Media		7,2100
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	6,8753
			Límite superior	7,5447
		Varianza		,073
	Riego inundado	Media		7,0900
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	6,9979
			Límite superior	7,1821
		Varianza		,006
Temperatura del suelo	Riego intermitente	Media		22,1200
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	21,2765
			Límite superior	22,9635
		Varianza		,461
	Riego inundado	Media		23,2980
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	22,3650
			Límite superior	24,2310
		Varianza		,565
Materia orgánica del suelo	Riego intermitente	Media		2,0860
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1,9916
			Límite superior	2,1804
		Varianza		,006
	Riego inundado	Media		2,4400
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,2198
			Límite superior	2,6602
		Varianza		,031

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

En la tabla 38 se observa los estadísticos descriptivos para los datos obtenidos en los parámetros físico-químicos calculados en cada tipo de riego.

Tabla 38 Pruebas de normalidad de parámetros físico-químicos de los suelos según el tipo de riego aplicado

Pruebas de normalidad							
	Tipo de riego	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH del suelo	Riego intermitente	,348	5	,048	,719	5	,015
	Riego inundado	,246	5	,200*	,956	5	,777
Temperatura del suelo	Riego intermitente	,230	5	,200*	,853	5	,204
	Riego inundado	,230	5	,200*	,969	5	,870
Materia orgánica del suelo	Riego intermitente	,234	5	,200*	,924	5	,558
	Riego inundado	,217	5	,200*	,926	5	,569
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de la significación de Lilliefors							

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

De acuerdo a la prueba de normalidad se puede observar que todos los datos siguen una distribución normal excepto los valores de pH. Por lo tanto el estadístico empleado para la materia orgánica y la temperatura del suelo fue la *T-student* para muestras independientes y para el pH se usó la *U de Mann Witney* a un nivel de significancia de 95%.

Tabla 39 Prueba de hipótesis para las propiedades fisicoquímicas de los suelos según el tipo de riego aplicado.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Temperatura del suelo	Se han asumido varianzas iguales	,001	,972	-2,600	8	,032
	No se han asumido varianzas iguales			-2,600	7,920	,032
Materia orgánica del suelo	Se han asumido varianzas iguales	3,812	,087	-4,102	8	,003
	No se han asumido varianzas iguales			-4,102	5,422	,008

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

De acuerdo a la tabla N° 39 se obtiene valores para la prueba de Levene, que nos indica la prueba de igualdad de varianza en ambos grupos analizados, se interpreta como:

P<0,05: entonces existe diferencia significativa en las varianzas.

p> 0,05: la diferencia de varianzas no es significativa.

Según los resultados obtenidos, observamos que la significancia de la *prueba de levene* es mayor que 0,05, por lo tanto los valores de materia orgánica como de la temperatura de suelo presentan varianzas iguales.

Con varianzas similares, la significancia del estadístico de prueba es 0,032 y 0,003 para la temperatura la materia orgánica respectivamente, con estos valores menores a nuestro 0,05 podemos concluir que estadísticamente los parámetros fisicoquímicos como materia orgánica y temperatura del suelo varían según el tipo de riego aplicado. Con ello, damos respuesta a nuestro objetivo específico 3 y afirmamos la tercera hipótesis de esta investigación.

pH.

Tabla 40 Prueba de hipótesis para la variación del pH según tipo de riego

Estadísticos de contraste^a	
	pH del suelo
U de Mann-Whitney	12,500
W de Wilcoxon	27,500
Z	,000
Sig. asintót. (bilateral)	1,000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	1,000 ^b
a. Variable de agrupación: Tipo de riego	
b. No corregidos para los empates.	

Fuente: Desarrollo de investigación. SPSS (Elaboración propia)

De acuerdo a la tabla 40, se evidencia la significancia del estadístico de prueba usado es 1,00 a un nivel de significancia del 95%, Según la regla de decisión, se puede concluir para la presente investigación, que estadísticamente el pH no varía respecto al tipo de riego aplicado en los cultivos de arroz. Esto por motivos que en 1200 m² cultivados, la variación de pH en el riego intermitente es mínima respecto al pH del suelo con riego inundado (Tabla N° 50 y 51). Por tal razón, el

SPSS no reconoce la variación y lo considera constante. Pero a mayores extensiones de áreas cultivadas este valor puede cambiar.

2.6 Aspectos éticos

En todo el tiempo que demandó el desarrollo del proyecto de investigación, como investigador me comprometí y se cumplí fielmente lo normado en cuanto a la autenticidad de los datos y derechos de autor competente a los documentos de apoyo (citas) y otros documentos de política.

Dentro de ello compete que:

- Los instrumentos sometidos a evaluación cumplieron con los requisitos de validez y confiabilidad.
- Los resultados obtenidos son veraces y de fuente propia.
- En todo el proceso de desarrollo o ejecución del proyecto de investigación se respetó el ámbito social, ambiental, político y ético

RESULTADOS

- RESULTADO DE LA CARACTERIZACIÓN DE SUELOS EN EL MUESTREO PRELIMINAR

Tabla 41 Resultados de la caracterización de suelos en las zonas analizadas

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS											
CÓDIGO	pH	C.E	MO	N total	P disponible	K asimilable	Textura			DA	C.I.C
			%	%	ppm	ppm K	Arena %	Limo %	Arcilla%	g/cm ³	Meq /100g
M1Z1	8,46	0,71	2,10	0,02	8,00	150,00	50,00	18,00	32,00	1,35	16,26
Nivel	M. Al*	Bajo	Alto	Bajo	Medio	Medio	Franco Arcilloso Arenoso			Medio	Alta
M1Z2	8,43	0,60	2,20	0,02	7,00	149,00	38,00	28,00	34,00	1,25	16,73
Nivel	M. Al*	Bajo	Alto	Bajo	Medio	Medio	Franco Arcilloso			Medio	Alta

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia).

Donde:

N Total: Nitrógeno total en el suelo

P disponible: Fósforo disponible

K asimilable: Potasio asimilable en el suelo

pH: Potencial de hidrógeno presente en el suelo

C.E: Conductividad eléctrica del suelo

C.I. C: Capacidad de intercambio catiónico

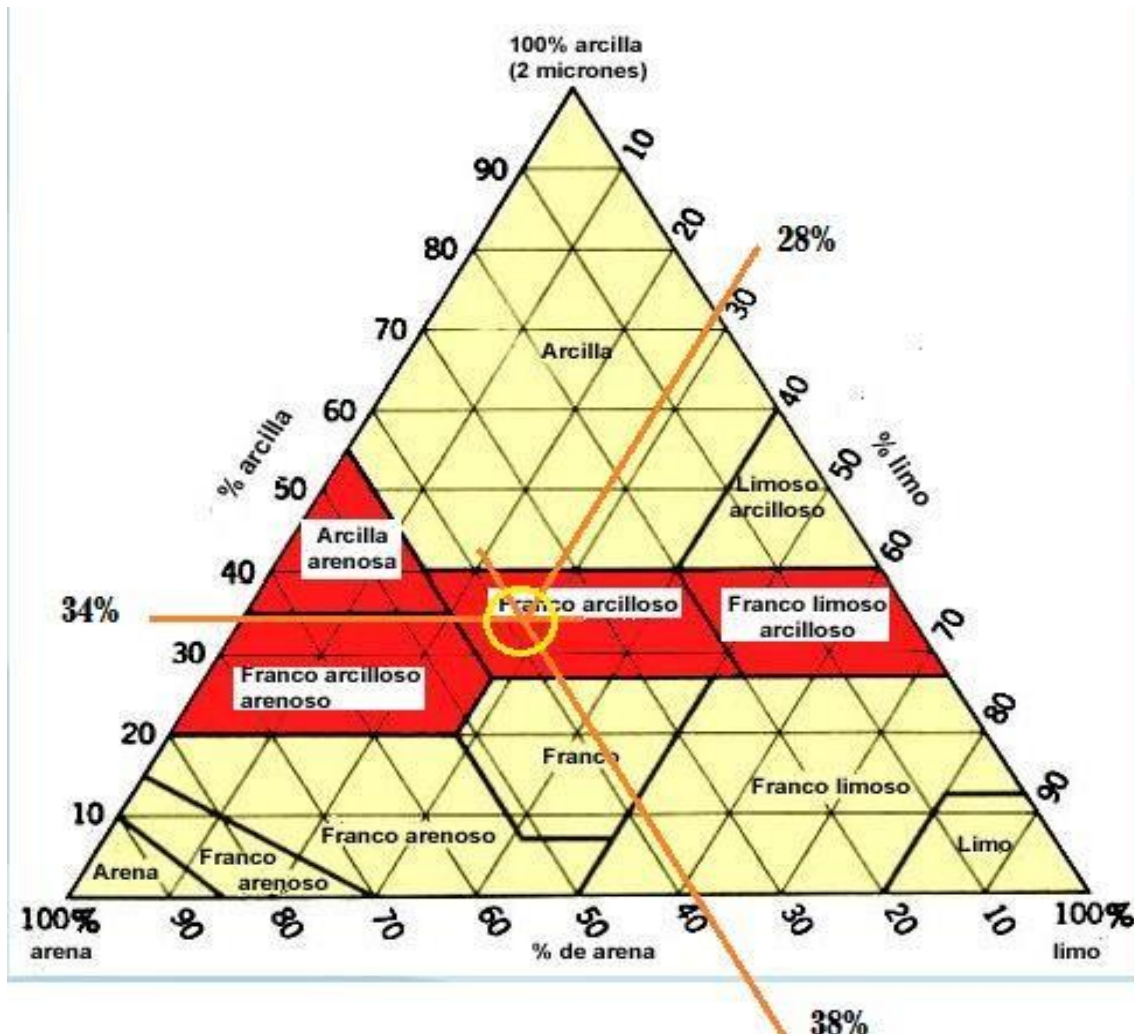
DA: Densidad Aparente del suelo

MO: Materia Orgánica.

De acuerdo a la tabla N° 41, se verifica que los suelos de las zonas analizadas son moderadamente alcalinos con un pH de 8,46 y 8,43 respectivamente. Según el triángulo de clase textural de la USDA (figura N° 79) son suelos franco arcillosos de textura moderadamente fina, son suelos ricos en materia orgánica. Respecto a la densidad aparente solo la muestra **M1 – Z1** con una densidad aparente de 1,25 se encuentra dentro del rango establecido por Alveiro, *et. al.* (2005). Donde establece que para suelos de textura fina la densidad aparente oscila entre 1 y 1,2 g/cm³. Sin embargo, la M1 – Z2 con densidad aparente de

1,35 g/cm³ a pesar de ser de textura moderadamente fina, el rango no es el mismo porque presenta un mayor contenido porcentual de arena en su estructura.

Pese a ello, todas las características evidencian la alta capacidad retentiva de humedad y la capacidad de fertilidad del suelo.



Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Figura 78 "Clase textural de los suelos del Fundo el Triunfo según el triángulo de la USDA"

En la figura N° 78 podemos observar que la estructura del suelo para la Zona 1 es franco arcilloso Arenoso y para la muestra de la zona 2 es Franco Arcilloso. Por lo que es un suelo que cumple con las condiciones agrológicas necesarias para el arroz, según la Dirección General de Información Agraria, que explica que los suelos óptimos para el cultivo de arroz, son aquellos de textura Franco – arcillosos.

Resultado de los análisis de coeficientes hídricos realizados en el muestreo preliminar.

Tabla 42 Resultado de los coeficientes hídricos del suelo el fundo el Triunfo en las 2 zonas muestreadas.

25/01/2018		HUMEDAD %			
DETERMINACIONES	Código de la muestra	Z1C1HbM1	Z1C1HcM1	Z2C1HbM1	Z2C1HbM2
	Capacidad de campo (% en volumen)	49.00	42.80	43.00	47.50
	Punto de marchitez permanente (% en volumen)	32,66	29.84	30.67	32.23
	Humedad disponible (% en volumen)	16.34	12.96	12.33	15.27
	Densidad aparente (g/cm ³)	1.35	1.35	1.25	1.25

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

De acuerdo al cuadro anterior la capacidad de campo volumétrico en las muestras tomadas se interpreta de la siguiente manera:

- Para la muestra **Z1C1HbM1** En la zona 1 en la calicata 1 en el *horizonte b* de la primera muestra, indica que 0,49 cm³ de agua está contenidos en 1 cm³ de tierra seca. De los cuales la planta puede consumir 0,1634 cm³ de agua por cada centímetro cúbico de tierra seca para su correcto desarrollo. La planta puede alcanzar el punto de marchitamiento cuando una vez agotado el agua disponible, en el suelo por cada 1 cm³ de tierra seca haya 0,3266 cm³. de agua.
- Para la muestra **Z2C1HbM1** En la zona 2 en la calicata 1 en el *horizonte b* de la primera muestra, 1 cm³ de tierra seca contiene 0,43 cm³. De los cuales la planta puede consumir 0,1233 cm³ de agua por cada 1 cm³ de

tierra seca para su correcto desarrollo. La planta puede alcanzar el punto de marchitamiento cuando una vez agotado el agua disponible, en el suelo por cada 1 cm³ de tierra seca haya 0,3067 cm³ de agua. Para las demás muestras la interpretación fue similar.

Los coeficientes hídricos son influenciados por la clase textural del suelo que es moderadamente fina, bajo niveles de materia orgánica.

Esto concuerda con lo expuesto por Lincoln, *et. al.* Donde indica que la “velocidad de drenaje es mayor en suelos arenosos comparados con suelos arcillosos” (2016). De acuerdo a ello decimos que el predominio de partículas del tamaño de las arcillas indica una baja porosidad, lo que incide en la buena capacidad retentiva de humedad.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS PRELIMINAR DE AGUA (FISICOQUÍMICO)

Tabla 43 Resultados físicos preliminares del agua del Fundo el Triunfo

Código	pH	T °C	CE° (ms/m)	Pot. Rx mV	Turbidez NTU
“Fundo el Triunfo”	8,38	25,8	4,97	-67,3	70

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Donde:

mV mili voltios

ms/m: mili siemens por metro.

Como se puede observar en la Tabla N° 43 el pH del agua es 9.32 alcalino, lo que conlleva a que tengamos un suelo alcalino 8.3, de acuerdo a lo observado en la tabla N° 41 de los resultados de caracterización del suelo. Siendo esta razón por la que el sembrío de arroz estará sujeto a un pH por encima del neutro. También se puede decir que la turbidez del agua de riego está por encima de un promedio anual que es de 50 NTU al año.

El valor del potencial redox 67,3 con signo negativo indica la alcalinidad de las aguas y a su vez evidencia un medio reductor, que depende de la conductividad

eléctrica. Siguiendo el criterio de lo citado por Sánchez, Salvador (2012). Estos valores muestran que el agua del Fundo el Triunfo tiene condiciones que favorecen la generación de metano y otros gases relacionados.

Tabla 44 Parámetros fisicoquímicos del agua

Muestra	Vol. Winkler	Vol. Muestra	Normalidad	Vol. Gast. Titulante	OD
Fundo el Triunfo	300	100	0,0245	4 ml.	7,84 mg/L

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

En el análisis inicial de agua del fundo el Triunfo, realizado por el método Winkler se ha obtenido un oxígeno disuelto de 7,84 mgO₂/L. concentración aceptable según la organización mundial de la salud (OMS) y por el Estándar de calidad ambiental para aguas categoría III. (Tabla N° 08) donde se observa que para agua de regadío y bebidas de animales el oxígeno disuelto en el agua debe ser mayor a 4 mgO₂/L.

Tabla 45 DQO del agua del Fundo el Triunfo

Muestra	V. gast. Blanco	V. gast. Muestra	Normalidad	Vol. muestra	DQO
Fundo el Triunfo	4 ml.	3,8 ml	0,25	3 ml.	133,3

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

$$DQO = \frac{V. gast_{blanco} - V. gast_{muestra}) \times N \times 8000}{V_{muestra}}$$

$$DQO = \frac{(4 - 3,8)ml \times 0,25 \times 8000}{3 ml}$$

$$DQO = 133,3 \text{ mg } O_2/L$$

Como se puede observar en la tabla N° 45, el DQO obtenido es de 133,3 mg/L. siendo este un indicador importante para poder utilizar el porcentaje de dilución el cual está en un rango del 15% valor que determinó el oxígeno disuelto químico analizado. A su vez esto indicó que el agua del Fundo el Triunfo contiene una

baja presencia de microorganismos y se encuentra dentro del rango establecido por el ECA de agua de la normatividad ambiental peruana. (Tabla 08)

RESULTADOS DEL DBO₅

En el presente estudio tenemos los siguientes datos:

OD₀

Tabla 46 OD₀ para conocer el DBO5 de las aguas del Fundo el Triunfo

Muestra	Vol. Winkler	Vol. Muestra	Normalidad	Vol. Gast. Titulante	OD
Fundo el Triunfo	300	100	0,0245	3,6 ml.	7,056 mg O ₂ /L

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

$$OD_0 = \frac{3,6 \text{ ml.} \times 0,0245 \times 8000 \times 300 \text{ ml.}}{(100 \text{ ml.} \times 300 \text{ ml.}) - 2}$$

$$OD_0 = 7,056 \text{ ml. O}_2/\text{L}$$

El oxígeno disuelto inicial, según la tabla N° 46 es aceptable según el cuadro de la organización Mundial de la salud (OMS) para los cultivos, donde tenemos un valor de 7,056 mg O₂/L.

OD_f

Tabla 47 OD_f para conocer el DBO5 de las aguas del Fundo el Triunfo

Muestra	Vol. Winkler	Vol. Muestra	Normalidad	Vol. Gast. Titulante	OD
Fundo el Triunfo	300	100	0,0245	2,8 ml.	5,49 mg O ₂ /L

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

$$OD_f = \frac{2,8 \text{ ml.} \times 0,0245 \times 8000 \times 300 \text{ ml.}}{(100 \text{ ml.} \times 300 \text{ ml.}) - 2}$$

$$OD_f = 5,49 \text{ ml. O}_2/\text{L}$$

EL valor obtenido del oxígeno disuelto final en la tabla N° 47 corrobora en el DQO la poca presencia de microorganismos en el agua de riego a utilizar, ya que tiene

una concentración de 5,49 mg O₂/L en un periodo de 5 días.

CÁLCULO DEL DBO₅

Tabla 48 Tabla resumen del cálculo del DBO₅

Muestra	OD ₀	OD _f	% Dilución
Fundo el Triunfo	7,06	5,49	15

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

$$DBO_5 = \frac{7,06 - 5,49}{15\%}$$

$$DBO_5 = 10,47 \text{ Mg. O}_2/\text{L}$$

Se observa en la Tabla N° 48 un DBO₅ de 10,47 Mg.O₂/L. el cual demuestra que el DBO₅ está en un promedio límite para uso de riego según el ECA de agua.

Parámetros fisicoquímicos según tipo de riego.

Tabla 49 Parámetros físico-químicos del suelo con riego intermitente.

ETAPA	MEDICIÓN DE METANO (RI)	PARÁMETROS		
		MO	pH	Tº del suelo
Inicio		2,1	7,00	22,33
Germinación		2,20	7,90	21,67
Plántula	0,38	2,04	7,51	21,00
Macollaje	6,10	2,15	7,50	22,33
Preñez	12,50	2,18	7,01	22,67
Floración	7,52	2,06	7,00	22,00
Llenado de granos	6,15	2,00	7,03	22,60

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Donde:

MO: Materia orgánica

Tº= Temperatura.

En la tabla 49 podemos observar que la temperatura del suelo para el riego intermitentes estuvo comprendida entre 21 y 22º C en todo el cultivo, siendo la mayor temperatura alcanzada en la etapa de la preñez, donde se evidencia la mayor cantidad de metano emitido.

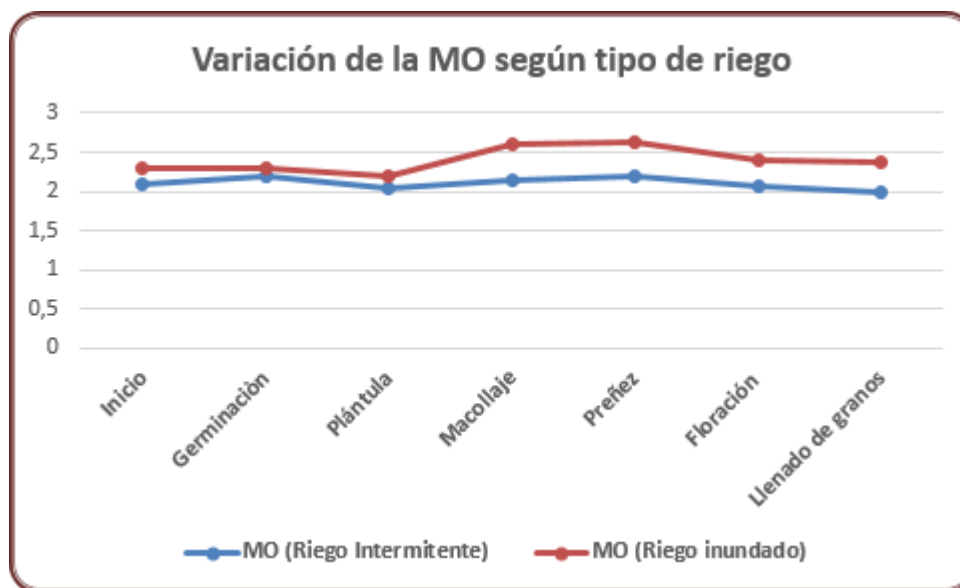
Tabla 50 Parámetros físico-químicos del suelo con riego inundado

ETAPA	MEDICIÓN DE METANO (RT)	PARÁMETROS			
		T ° Ambiente	pH	MO	T ° del suelo
Germinación		30,00	7,80	2,30	21,00
Plántula	0,53	34,67	7,00	2,20	22,33
Macollaje	12,55	32,33	7,00	2,60	23,33
Preñez	25,70	32,67	7,00	2,63	24,40
Floración	19,20	31,00	7,00	2,40	23,43
Llenado de granos	16,30	34,00	7,00	2,37	23,00

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia).

En la tabla 50 observamos que la temperatura del suelo alcanza su máximo rango en la etapa de la preñez, etapa de mayor generación de metano, igual que lo observado en la tabla 54 con el riego intermitente. Sin embargo, la diferencia entre las dos tablas radica en la cantidad de metano emitido y las temperaturas alcanzadas.

También se evidencia en la Tabla 50, que la temperatura ambiente es igual para ambos cultivos por razones que ambos están cultivados en una misma zona climática. La temperatura máxima es de 34°C en la etapa de llenado de granos, considerando que el arroz alcanza esta etapa los meses de junio a julio, siendo a la actualidad uno de los meses más calurosos en la región. Según la SAG (2007) indica un rango de temperatura agrológica del arroz estableciendo a 32°C como el límite de la temperatura máxima. Sin embargo, con los resultados obtenidos podemos discutir que la zonas climáticas en todo lugar donde se siembra arroz no son las mismas, y por otro lado en la actualidad existe una alta variedad de arroz acondicionados a diferentes temperaturas.



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia).

Gráfico 8 Variación de la MO según tipo de riego

Según el gráfico 8 se puede observar que hubo una mayor variación en la concentración de materia orgánica contenida en el suelo. Esto responde a la actividad microbiana que se genera en suelos anegados. La etapa de Macollaje y preñez en el grupo de riego inundado fue de 2,6 en promedio y en esta misma etapa el grupo de riego intermitente fue relativamente menor. Las emisiones de metano se relacionan a la cantidad de MO encontrada en el suelo.

Según la tablas 49 y 50, se observa que la temperatura promedio del suelo en el riego intermitente y el riego inundado fue de 22,04 y 22,92 °C respectivamente, se observa una reducción mínima pero significativa para las reacciones. Se evidencia un pH neutro para ambos cultivos, Esto se debe a que los suelos del fundo el Triunfo son alcalinos así como el agua aplicada. Por lo que se puede evidenciar una reducción de pH.

Con estos resultados damos respuesta al tercer objetivo específico planteado en la investigación, donde se afirma que la aplicación de riegos intermitentes influye en la variación de las propiedades físico-químicas de los suelos que a su vez influyen en las emisiones de metano.

Emisiones de metano

Tabla 51 Emisiones de metano en cada etapa del ciclo fenológico del cultivo de arroz en el Fundo el Triunfo.

EMISIONES DE METANO EN CAMPO (ppm)										
FASE	ETAPA	Riego Intermitente				Riego Inundado				%
		PI1	PI2	PI3	Total	Pz1	Pz2	Pz3	Total	
VEGETATIVA	Germinación	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Plántula	0,10	0,12	0,16	0,38	0,15	0,17	0,21	0,53	71,43%
	Macollaje	0,53	1,00	4,57	6,10	1,66	1,50	9,39	12,55	51,39%
REPRODUCTIVA	Preñez	2,25	2,50	7,75	12,50	7,90	7,90	9,90	25,7	51,36%
MADUREZ	Floración	1,50	1,70	4,32	7,52	4,20	6,20	8,80	19,2	60,83%
	Llenado de granos	2,00	2,80	1,35	6,15	6,00	4,44	5,86	16,30	62,27%
TOTAL					32,65	74,28				56,04%

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

Se evidencia en la tabla 51, que en todo el cultivo de arroz el riego inundado emitió 74,28 ppm en la recolección puntual a diferencia del riego intermitente que emitió solo 32,55 ppm. Siendo la etapa de la preñez la que presentó en ambos cultivos la mayor emisión de metano.

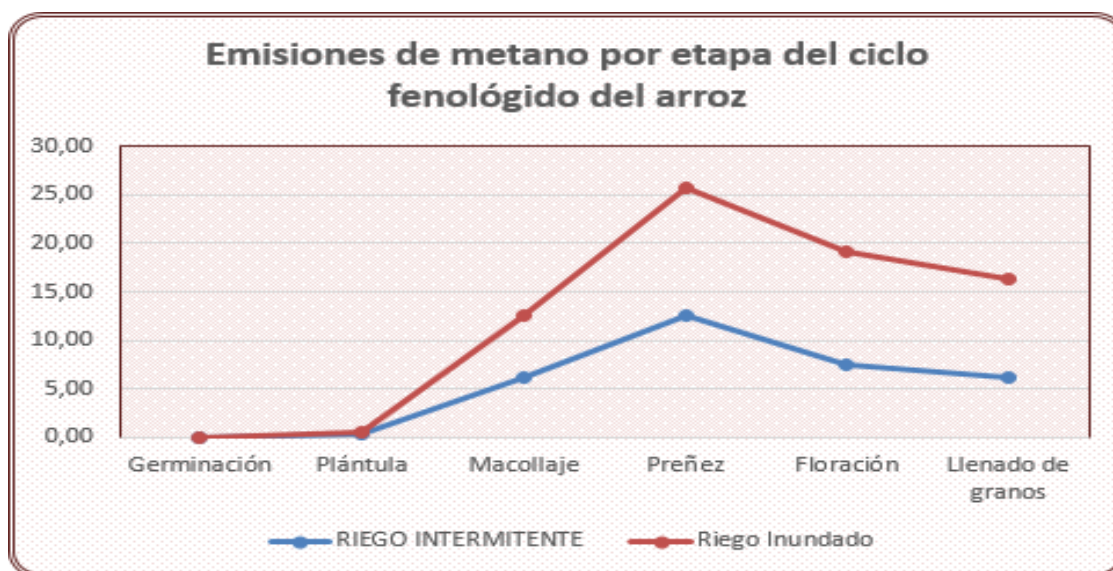


Gráfico 9 Representación gráfica de las emisiones de metano por tipo de riego aplicado.

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

En el proceso del seguimiento y el control de la generación de metano según el gráfico N° 9 se pudo observar que en el pico más alto de emisión de metano se da en la preñez de la planta, observando que en el riego intermitente da respuesta al objetivo general que es la reducción de metano a diferencia del riego inundado. Adicional a ello, en la tabla N° 56 se puede observar que el riego intermitente redujo el 56,04% en emisión de metano en el cultivo de Arroz comparado al riego inundado. Valor que está comprendido dentro del rango encontrado por el Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA) en su estudio realizado en arrozales del delta del Ebro, donde se redujo del 48% a un 90% en emisiones de metano. Siendo para nuestra investigación una reducción del 56%.

CRECIMIENTO DE ARROZ

El crecimiento de arroz y productividad serán comparadas de acuerdo a la tabla N°

Tabla 52 Resumen del crecimiento de arroz del grupo de riego intermitente por fases y etapas

RIEGO INTERMITENTE								
Fase	Etap	Fecha	Días	Fecha de medición	DDE*	Crecimiento - Pozas (cm)		
VEGETATIVA						PI1	PI2	PI3
	Preparación de semilla	04/02/2018 - 07/02/2018	3			0	0	0
	Germinación y prendimiento	07/02/2018 - 09/02/2018	2			0,5	0,5	0,5
	Plántula	10/02/2018 -	27	14/02/2018 -	4	5,2	6,3	5,7
				19/02/2018	10	8,325	7,175	9
				27/02/2018	18	16,2	19,3	20,8
				07/03/2018	25	24	22,3	25,1
	Macollo	08/03/2018	30	15/03/2018	33	27,9	28,7	37,7
30/03/2018				48	40,1	44,6	50,3	
REPRODUCTIVA	Preñez	07/04/2018	20	27/04/2018	75	81.70	79.45	81.35
	Espigazón	28/04/2018	12	10/05/2018	88	81.70	79.45	81.35

MADUREZ	Floración	11/05/2018	20	31/05/2018	109	86.37	87.32	88.53
	Llenado de granos	01/06/2018	20	20/06/2018	129	89.3	88.3	88.65
	Cosecha	23/06/2018			132	92	90	92

Fuente: Desarrollo de investigación (Elaboración propia)

En la tabla se puede observar la evolución del cultivo en base a su crecimiento en el grupo del riego intermitente. El presente, resumen los datos recolectados en campo, se puede observar de acuerdo a lo comentado en capítulos anteriores que la máxima elongación del tallo se registra en la etapa de la preñez y espigazón. En la etapa de cosecha se registra mayor medida por la elongación de las espigas.

DDE: Días después de la emergencia contado desde la germinación.

Tabla 53 Resumen del crecimiento de arroz del grupo de riego inundado por fases y etapas

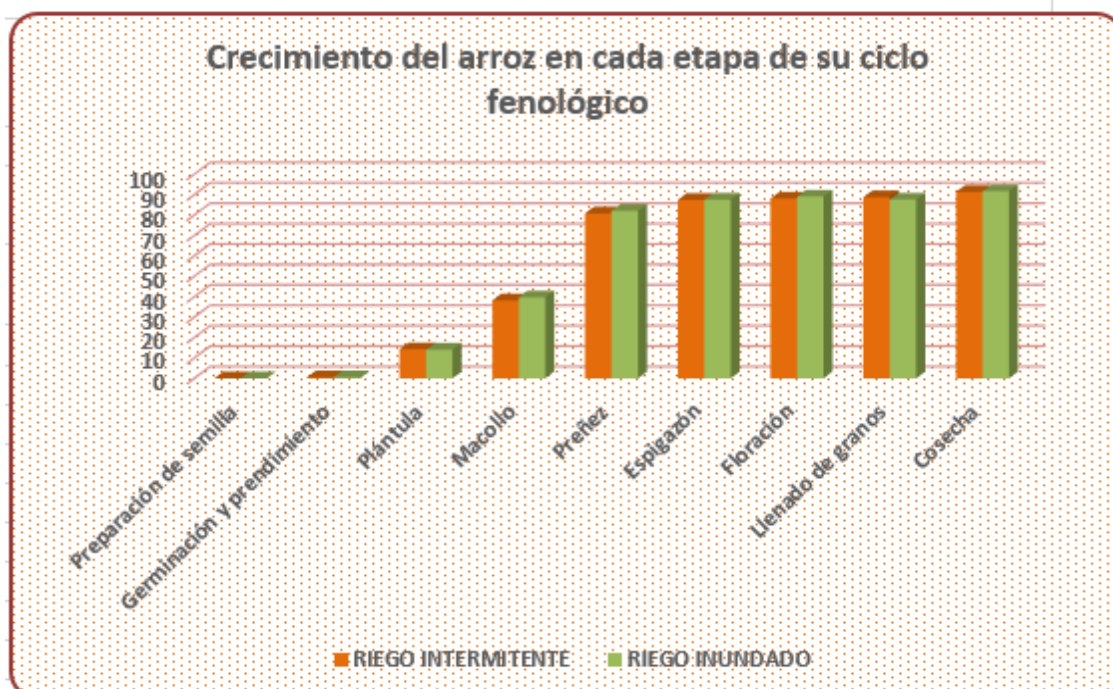
RIEGO INUNDADO									
Fase		Etapas	Fecha o periodo	Días	Fecha de medición	DDE*	Crecimiento - Pozas (cm)		
							Pz1	Pz2	Pz3
VEGETATIVA		Preparación de semilla	04/02/2018 - 07/02/2018	3			0	0	0
		Germinación y prendimiento	07/02/2018 - 09/02/2018	2			0,5	0,5	0,5
		Plántula	10/02/2018	27	14/02/2018 -	4	5,3	5	6,2
					19/02/2018	10	8,08	8,17	8,52
					27/02/2018	18	19,99	16,05	17,45
					07/03/2018	25	23,4	25,6	24,8
		Macollo	08/03/2018	30	15/03/2018	33	25,25	35,18	35,03
					30/03/2018	48	40,15	45,95	56,5
REPROD UCTIVA		Preñez	07/04/2018	20	27/04/2018	75	83.20	81.65	81.35

	Espigazón	28/04/2018	12	10/05/2018	88	89.00	86.42	88.47
MADUREZ	Floración	11/05/2018	20	31/05/2018	109	88.65	88.8	89.65
	Llenado de granos	01/06/2018	20	20/06/2018	129	85.8	88	89
	Cosecha	23/06/2018			132	90	95	90

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Tanto el riego intermitente con el riego inundado para fines de homogenización del estudio se consideraron las mismas fechas de entrada en cada etapa, y se registró los datos en el mismo día.

Todo el ciclo tuvo una duración de 132 días desde el acondicionamiento de semilla equivalente a 4 meses y medio, valor que no difiere de los datos de la ficha técnica del arroz en esta variedad. Las etapas de plántula, macollamiento y preñez son las más largas de todo el ciclo fenológico del arroz. Pero solo la fase reproductiva es determinante en la calidad y producción arroceras. La elongación máxima de la panta está dentro del rango según lo establecido en la ficha técnica. (1 m)



Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

Gráfico 10 Comparación del crecimiento de arroz en ambos riegos.

Como se puede observar en el siguiente gráfico la diferencia de crecimiento en ambos riegos no es considerable, el crecimiento se encuentra dentro del rango de la variedad de arroz elegida (Esperanza), considerada como variedad de tallo medio, cuya elongación máxima es de 88 a 92 cm.

Tamaño de espigas

El tamaño de espigas es un indicador de la productividad de un campo de cultivo de arroz. En el caso del presente estudio se recopiló lo siguientes datos.

Tabla 54. Tamaño de espigas en el cultivo de arroz

Etapas	Riego Inundado	Riego Intermitente
Espigazón	17.2	20
Floración	18	22
Llenado de granos	25	27

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

En la tabla N° 54 se puede observar que las espigas del riego intermitente son unos centímetros más grandes que las espigas del riego inundado.

Producción de arroz.

Tabla 55 Producción de arroz.

ARROZ EN CASCARA		
CANTIDAD	GRUPO DEL RIEGO INTERMITENTE	GRUPO DEL RIEGO INUNDADO
Sacos en Chacra*	5 ¼	5
Kg.	420	400
* Un saco de chacra equivale a 80 Kg de arroz en cáscara.		

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

En la tabla N° 55 se observó que la producción de arroz no varió mucho en ambos cultivos, sin embargo el riego intermitente tuvo una producción de 20 Kg. más respecto al riego inundado.

De acuerdo a ello, podemos decir que la aplicación de un riego intermitente no afecta ni varía la producción de arroz a la escala que se ha tomado la investigación. Sin embargo, si se extrapola a las 18,35 Ha equivalente a 183 500 m² de terreno cultivado por arroz en el Fundo el Triunfo (Tabla N° 10) tendríamos una producción mayor de 3 670 000 Kg. en diferencia productiva. Sin embargo, es necesario un estudio más exhaustivo.

Consumo de agua

El consumo de agua se expresa en la Tabla N° 56. Según tipo de riego con un área definida de 600 m² cada uno.

Para el riego intermitente, se trabajó con una lámina de agua de 5 cm. Según la textura del suelo, y para el riego inundado se aplicó una lámina de agua de 7 a 10 cm. Lámina manejada por la mayoría de agricultores en el Fundo el Triunfo.

Tabla 56 Consumo de agua por etapas según tipo de riego

Consumo de agua				
Etapas	Riego Intermitente (m³)	Riego Inundado (m³)	Ahorro de agua	%
Preparación del terreno	319,20	319,20	0,00	0%
Germinación	20,00	30,00	10,00	33%
Plántula	348,00	696,00	348,00	50%
Macollaje	194,40	984,00	789,60	80%
Preñez	345,00	516,00	171,00	33%
Espigazón	195,00	310,00	115,00	37%
Floración	345,00	600,00	255,00	43%
Llenado de granos	200,00	300,00	100,00	33%
Cosecha	20,00	80,00	60,00	75%
TOTAL	1986,60	3835,20	1848,60	48%

Fuente: Desarrollo de investigación. (Elaboración propia)

De acuerdo a los datos recolectados del presente estudio se obtuvo un ahorro de 48% en consumo de agua en el riego intermitente respecto al riego inundado, en cifras esto equivale a 1848,60 m³ de agua ahorrada por campaña cultivada en 1200 m² equivalente a 0,12 Ha.

Sin embargo, si a nivel de todo el Fundo el Triunfo los agricultores usan el riego intermitentes en el cultivo de arroz, el ahorro total sería el producto del ahorro muestra por el total de terrenos dedicados al cultivo de arroz que según Tabla N° 10 son 18,35 Ha \leftrightarrow 183 500 m²

Por lo tanto, el ahorro de agua a nivel de todo el Fundo el Trunfo, usando el riego intermitente para los cultivos de arroz es de **282. 681, 75 m³**

$$1200 \text{ m}^2 \leftrightarrow 0,12 \text{ Ha.}$$

$$\text{Ahorro de agua} = \frac{18.35 \text{ Ha} \times 1848,60 \text{ m}^3}{0,12 \text{ Ha.}}$$

$$\text{Ahorro total de agua} = 282. 681, 75 \text{ m}^3$$

Considerando que este valor es por campaña cultivada (6 meses).

DISCUSIONES

En el presente estudio, se coteja los estudios realizados por El Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA), donde indica que la aplicación de riegos intermitentes al cultivo de arroz, reduce las emisiones de metano de un 15 a un 30% y también el volumen de agua consumido desde un 48% a un 90%. Siendo para nuestra investigación la reducción del 56% en emisiones de metano utilizando el riego intermitente. Sin embargo, cabe mencionar los resultados obtenidos serán siempre diferentes porque las características físicas e hídricas de los suelos, no son siempre las mismas.

En este caso se obtuvo un ahorro de 48% de agua comparado al rango establecido por el IRTA de 48 a 90%, se puede observar que nuestro resultado se encuentra en el rango mínimo. Sin embargo, la clase textural del suelo es un factor determinante. El fundo el Triunfo cuenta con suelos arcillosos, suelos que tienen una alta retención de agua.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el proyecto de investigación son respaldados por la investigación de Ronald. L. Sass. En la comparación de emisión de metano de acuerdo a la textura del suelo. Para el presente estudio tuvimos un suelo franco arcilloso con 2.3% de materia orgánica presente. Según el criterio de Ronald. Sass. Podemos afirmar que es un suelo de alta producción de metano, y los resultados obtenidos en el presente estudio siendo de 56% en reducción de emisión, se asemejan al 58% de reducción de metano encontrado en los campos de Beginj – Asia.

Según los datos encontrados en la presente investigación, se evidenció que el pH, tuvo una variación lenta y en algunas etapas de la medición de arroz fue constante, encontrándose en toda la investigación tanto para el riego intermitente como en el riego inundado un pH neutro (7 – 7.5), valor que se encuentra dentro del rango de las condiciones agrológicas para el cultivo de arroz. Sin embargo, en la medición inicial se obtuvo un pH de 8 considerado como un suelo alcalino, y también tuvimos un pH de 8,4 para el agua. Valores que según Gonzales y Ramírez en su investigación concluyen que a un pH inicial de 7 unidades la variación de metano es lenta. En todo el cultivo de arroz, se observó una

reducción de pH lo que está en relación a la fermentación de suelos el decrecimiento del potencial redox.

La reducción de metano encontrado en los diferentes cultivos, responden a la variación de características químicas y físicas del suelo. Criterio sustentado por Gonzales y Ramírez en su investigación, donde indican que el decrecimiento de la humedad reduce la población bacteriana con un ligero incremento de pH. En el caso de la investigación, la humedad en el riego intermitente estuvo definido por la capacidad de campo y la disponibilidad de agua A partir de los análisis de coeficientes hídricos, tuvimos para el campo de cultivo una capacidad de campo de 49% en base al cual se estableció un régimen hídrico (Riego intermitente) y para el otro grupo de estudio no se consideró la capacidad de campo (Riego inundado) considerando que son las condiciones normales con las que se riega en el Fundo el Triunfo, Según su aplicación basándose en la humedad del suelo, se obtuvo para el riego intermitente una emisión de 32,65 ppm y para el riego inundado una emisión de 74,28 ppm, siendo una diferencia de emisión de 56,04%.

Las secas aplicadas en cada intermitencia de riego, interrumpió las reacciones metanogénicas. La mayor aireación se da en la etapa de macollamiento en donde se observa que la emisión de metano para el riego intermitente es de 6,10 ppm y para el riego inundado de 12,55 ppm. La diferencia de emisión se debe que en el riego inundado las condiciones fueron más favorables para el crecimiento bacteriano con una temperatura del suelo de 23,33°C y 22,33°C para el RI y RT respectivamente, hay una diferencia de 1°C.

En la etapa de preñez se evidencia el pico más alto de emisión de metano, a pesar de que ambos grupos se encuentren en condiciones anegadas. Evidencia que concuerda con lo establecido por Gonzales y Ramírez donde las diferentes condiciones de humedad a las que fue sometido el suelo en la etapa de macollamiento en el riego intermitente (etapa inmediata anterior) genera que la población de bacterias metanogénicas se reduzca por no tener las condiciones normales para su crecimiento (Humedad, pH y MO) A diferencia del riego inundado las bacterias siguieron una curva de crecimiento normal, por las condiciones dadas (anegación de suelos en la etapa de macollamiento).

CONCLUSIONES

Al término de la ejecución de la presente investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ✓ La aplicación de riegos intermitentes basado en un régimen hídrico de acuerdo a la fenología del arroz en los arrozales del Fundo el Triunfo, permitió reducir las emisiones de metano en un 56% y el consumo de agua en un 48%.
- ✓ La preñez fue la etapa de mayor emisión de metano para ambos riegos, por lo mismo que se da inicio a la fase reproductiva, y se desarrolla la elongación de tallo y ensanchamiento de macollos. Por lo tanto, podemos asociarlo a un mayor flujo de respiración aerenquimal en el tallo de la planta, por lo que el metano atrapado en las etapas anteriores equivalentes a plántula y macollaje es liberado por el sistema aerenquimal de la planta. Hubo una emisión de 25,7 ppm en riego inundado y 12,50 ppm en riego intermitente.
- ✓ El consumo de agua fue menor en la etapa de macollamiento puesto que fue donde se ejecutó las secas de riego intermitente, con un ahorro de 80% de agua equivalente a 789,6 m³. Por cada 600 m² cultivados y 1848,60 m³ en todo el cultivo muestra.
- ✓ Las propiedades físico-hídricas del suelo son importantes para determinar un sistema de riego. Como la capacidad de campo del terreno y del agua disponible, los suelos del Fundo el Triunfo tienen una capacidad de campo de 49% que para los 1200 m² evaluados a una profundidad de 30 cm. la capacidad de campo fue de 176, 4 m³. Lo mismo se tuvo como agua disponible un 16,34% del total de suelo cultiva equivalente a 58,824 m³. En el caso del cultivo de arroz, la aplicación de un régimen hídrico también depende de la fenología de la planta.
- ✓ El riego intermitente respecto al riego inundado influye en una variación de las propiedades físicas y químicas del suelo, especialmente en la cantidad de materia orgánica y temperatura del suelo.

- ✓ La aplicación del riego intermitente no altera ni afecta el crecimiento y desarrollo fenológico de la planta, por lo que la productividad se mantiene igual que un cultivo de arroz en suelos anegados.
- ✓ El riego intermitente aplicado a los cultivos de arroz, es una gran herramienta para la agricultura que incide en la reducción de gases de efecto invernadero y contribuir con los objetivos del desarrollo sostenible frente al cambio climático.

RECOMENDACIONES

Después de finalizado el proyecto de investigación, se recomienda lo siguiente:

- ✓ Realizar el análisis preliminar de suelos basados en las propiedades físicas e hídricas de los suelos, dado a que son determinantes para establecer un régimen hídrico en el cultivo de arroz. Así mismo, llevar un control de la variación de las características químicas de los suelos, porque sirven como un indicador de emisiones de metano. Esto, en caso de realizar la misma investigación en otro tipo de suelos ya sea de selva y costa u para otros cultivos.
- ✓ Extender la investigación considerando diferentes condiciones climáticas existentes y tener mayor información respecto al comportamiento de emisiones de gases de efecto invernadero en el cultivo de arroz.
- ✓ Realizar un plan de manejo socio-ambiental sobre el impacto ambiental, social y económico de la aplicación de riegos intermitentes en la asociación de agricultores en el distrito de Cajaruro
- ✓ Valorizar económicamente los beneficios ambientales que puede generar la aplicación de los riegos intermitentes aplicados al cultivo de arroz.

REFERENCIAS.

- **Alveiro, Salamanca y Siavosh, Siadeghiam. 2005.** La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana*. Bogotá : Cenicafé, 2005. Vol. 4, 56. 381-397.
 - **AGROBANCO, Ficha técnica de Arroz INIA 509, La Esperanza.** [En línea]. Disponible en: http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2010/03%20ARROZ%20INIA%20509%20-%20LA%20ESPERANZA.pdf
 - **ANDRADE, Hernan; CAMPO, Oswald y SSEGURA, Milena.** Huella de carbono del sistema de producción de arroz (*Oryza sativa*) en el municipio de Campoalegre, Huila, Colombia. [En línea]. *Revista Corpoica de ciencia y tecnología agropecuaria*. Enero - junio de 2014. Vol. 15, núm. 1. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2017]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v15n1/v15n1a04.pdf>
 - **BOJORQUEZ, J. et.al.** Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del Software Minitab. (14, Agosto de 2013) [En línea] Universidad Tecnológica del Sur de Sonora. México. [Consultado el 04 de Diciembre de 2017] Disponible en <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf>
 - **CARMONA, Juan; BOLIVAR, Diana y GIRLADO, Luis.** El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista colombiana de ciencias peruanas*. [En línea] Colombia: Universidad de Antioquía, 2005. vol. 18, núm. 1, [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/2950/295022952006.pdf>
- ISSN: 0120-0690
- **Condiciones Agroclimáticas del Cultivo de Arroz.** MINAGRI Dirección General de Competitividad Agraria. [En línea] Sf. [consultado el 4 de octubre de 2017] Disponible en <https://docs.google.com/document/d/1cHRjmPNV-Ti5L2jWGNTrHWYWJzEWpEEk9u7bYB9-WTk/edit#>

- *DECRETO SUPREMO N° 013-2014-MINAM. Diario oficial el peruano, publicado 19 de diciembre de 2014. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/12/DS-013-2014-MINAM.pdf>*
- *Dirección de Estudios Económicos e información Agraria: Informe de Arroz. [En línea] (Abril, 2017). Ministerio de Agricultura y Riego. De Acosta, Jenny. [Consultado el 20 de octubre de 2017] Disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjz8Kw9ufWAhUHgZAKHW6lBOgQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.minagri.gob.pe%2Fportal%2Fanalisis-economico%2Fanalisis-2017%3Fdownload%3D11200%3Aboletin-informe-de-arroz&usg=AOvVaw1dahvejGcbtAEdXB2UIHDD>*
- *Emisiones Mundiales de Metano y Oportunidades de Atenuación. Revista de la EPA Global Methane Initiative. Sf. [fecha de consulta 25 de septiembre de 2017]. Disponible en https://www.globalmethane.org/documents/analysis_fs_spa.pdf*
- *El riego, la clave para disminuir las emisiones de metano en los arrozales. INFOAGRO. [En línea]. España, septiembre de 2017. [Consultado el 24 de octubre de 2017] Disponible en http://www.infoagro.com/noticias/2017/el_riego_la_clave_para_disminuir_las_emisiones_de_metano_en_los_arroz.asp*
- *FAO, “Una agricultura inteligente con respecto al clima”. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. [En línea]. 2017. [Consultado el 21 de septiembre de 2017] Recuperado de <http://www.fao.org/news/story/en/item/46865/icode/>*
- *FAO, Seguimiento del Mercado del Arroz de la FAO (SMA). FAO: comercio y mercados [en línea]. 20 de octubre de 2017 [consultado el 05 de noviembre de 2017]. Disponible en <http://www.fao.org/economic/est/publications/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>*
- *FAO, “El ascenso del arroz en el suelo sagrado peruano”. IRRI. [En línea]. 2013 [Consultado el 21 de septiembre de 2017 Recuperado de <http://irri.org/rice-today/rice-today-in-spanish/el-ascenso-del-arroz-en-suelo-sagrado-peruano>*
- *FAO, “Campos de Acción: Agricultura climáticamente inteligente” [En línea]. sf.*

- [Consultado en: 26 de septiembre de 2017]. Disponible en <http://www.fao.org/news/story/es/item/46977/icode/>
- FAO, 2004. "El arroz y el agua: una larga historia matizada". [En línea]. Año internacional del arroz. FAO, [Consultado en: 12 de marzo de 2018]. Disponible en <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja1.pdf>
 - IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. [En línea], IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs. [Consultado en: Enero de 2018]. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
 - GREENRICE: Sistemas Sostenibles del Cultivo de Arroz. Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA). [En línea]. Catalanluya, Mayo de 2015. [Consultado el 24 de octubre de 2017]. Disponible en http://www.irta.cat/es-ES/RIT/Noticies/Paginas/Greenrice_main.aspx
 - General de Salud Ambiental - Lima: Ministerio de Salud; febrero, 2011. [Consultado el 27 de septiembre de 2017]. Disponible en <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Plan%20de%20Riego%20Secas.pdf>
 - GONZALES, Maqueda. [et.al] Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente. [En línea] Colombia: Universidad del Valle, 2005 vol. II, núm. 2, [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2017] Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Elvira_Martinez/publication/237030261_Fuentes_de_emision_de_gases_de_efecto_invernadero_en_la_agricultura/links/0046352ef511c85a04000000/Fuentes-de-emision-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-agricultura.pdf

ISSN 1692-9918

- GONZALES-ÁVALOS, Eugenio, LONGORIA, Rigoberto, Variación del pH durante los procesos anaerobios de emisión de metano por el secado y la fermentación de excretas de ganado bovino en el centro de México. Revista Internacional de Contaminación

- Ambiental [en línea] 2005, de agosto. [Fecha de consulta: 13 de julio de 2018] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37021401>> ISSN 0188-4999*
- *HUBE, Sara. et.al Contribución del cultivo de arroz al cambio climático. Producción de Arroz: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) [en línea]. Sf. [Consultado el 20 de septiembre de 2017]. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40115.pdf>*
 - *INIA, (2017). Plan Nacional de Innovación Agraria en Arroz. [En línea]. [consultado el 20 octubre de 2017]. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/programas/arroz>*
 - *INGEI (2012). "Inventario nacional de gases de efecto invernadero [En línea], MINAM, 2016. Sector agricultura. [Consultado en: 11 de septiembre del 2017]". Disponible en <http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/2012.pdf>*
 - *IPCC, (2014) "CAMBIO CLIMÁTICO 2014, Mitigación del cambio climático: Resumen para responsables de políticas. [En línea] Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático [Consultado en 12 de diciembre de 2017]. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WG3AR5_SPM_brochure_es.pdf*
 - *IRTA (Instituto de investigación y tecnologías agroalimentaria),. 2017. El riego, la clave para disminuir las emisiones de metano. Infoagro.com. [En línea] 26 de Septiembre de 2017. [Citado el: 12 de Noviembre de 2017.] http://www.infoagro.com/noticias/2017/el_riego_la_clave_para_disminuir_las_emisiones_de_metano_en_los_arroz.asp.*
 - *LASSO, A (2017). Cámaras estáticas para la estimación de gases de efecto invernadero en lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales domésticas. [En línea] pág.28. pp. 03. Santiago de Cali: Universidad del Valle. Setiembre, 2010. [Consultado el 05 de diciembre de 2017] Disponible en http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W5-3_GEN_PHD_D5.3.12_MSc_Lasso_Static_chambers_for_greenhouse_gas_emissions.pdf*
 - *LAURA NATALIA ARENAS CALLE. 2015. [En línea] 2015. [Citado el: 09 de Junio de 2018.] Disponible en: http://bdigital.unal.edu.co/51898/1/Laura_Natalia_Arenas_Calle-2016.pdf*

- *Ley general del Ambiente N° 28611. Ministerio del Ambiente, 15 de octubre del 2005. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>*
- *LINCOLN, Zotarelli, Michael D, Dukes y Kelly T, Morgan. 2016. IFAS extensión. Universidad de Florida. [En línea] Enero de 2016. [Citado el: 01 de Julio de 2018.] <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ed/ed49600.pdf>*
- *LIMACHI, L. 2010. Socioeconomía, informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Amazonas, convenio entre el IIAP y el Gobierno Regional de Amazonas. [En línea] Iquitos-Perú. [Consultado el 23 de octubre de 2017]. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL516.pdf>*
- *Los suelos de la región de Amazonas según unidades fisiográficas. **Rodriguez, Fernando, y otros.** [En línea] 1991. 1, Chachapoyas : Folia Amazonas, 1981, Vol. III.[Consultado en: 12 de marzo de 2018]. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1372.pdf>*
- *MENDOZA, Ronaldo. Guía Muestreo de suelos. [en línea]. Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS), Nicaragua, agosto 2017. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>*
- *MINAGRI, “Informe del arroz: Dirección de políticas agrarias”- [En línea]. Lima, mayo de 2017. [Consultado en: 13 de octubre de 2017]. Disponible en: [file:///C:/Users/PC/Downloads/boletin-informe-arroz_final%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/boletin-informe-arroz_final%20(4).pdf)*
- *MINAGRI implementará programa para sustituir cultivos de arroz por quinua en el norte [en línea]. Diario Gestión. Lima, Perú. 18 de mayo de 2014. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2017]. Disponible en <https://gestion.pe/economia/minagri-implementara-programa-sustituir-cultivos-arroz-norte-quinua-2097551>*
- *MINAGRI Manual de Hidrometría. [En línea] Convenio Marco de cooperación interinstitucional INRENA – UCPSI, 2005. [Fecha de consulta: 08 de julio de 2018]. Disponible en <https://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hidrometria/material/hidrometria.pdf>*
- *MINAGRI, Plan estratégico regional agrario de la región Amazonas 2011 -2021. [En línea]. Chachapoyas, p.13. Sf [Consultado en octubre de 2017]. Disponible en <http://www.regionamazonas.gob.pe/sede/intranet/archivos/documentos/dra/gestion>*

/2014/11/acte2014_005.pdf



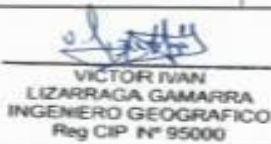
- MINAGRI, *Plan estratégico regional agrario de Amazonas 2009 – 2015*. [En línea]. Chachapoyas, p. 13. Febrero de 2009 [Consultado en octubre de 2017]. Disponible en http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_estrategicos_regionales/amazonas.pdf
- MINAGRI, *Sf. Condiciones agroclimáticas para el cultivo de arroz*. [En línea]. Disponible en http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/boletines_tecnicos/cultivo_arroz.pdf
- MINAM, *Objetivos de Desarrollo Sostenible e Indicadores / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Investigación e Información Ambiental* [En línea] – Lima: MINAM, 2016. P.56. [Consultado en octubre de 2017]. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/ODS-FINAL210716.pdf>
- **MINSA, 2011.** *Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitentes en el Cultivo de Arroz para el Control Vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú: R.M. N° 730-2010/MINSA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental –* [En línea]. Lima: Ministerio de Salud; 33 p.; ilus. [Consultado en: 10 de septiembre del 2017] Disponible en <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Plan%20de%20Riego%20Secas.pdf>
- **SAG, 2003.** *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oriza sativa). Dirección de ciencia y tecnología Agropecuaria.,* [En línea]. Comayagua, Honduras : Secretaría de Agricultura de ganadería (SAG), 2003. Manual.. [Consultado en 10 de octubre de 2017]. Disponible en <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- OLMOS, Sofía. *Apunte de Morfología, fenología, ecofisiología y mejoramiento genético del Arroz. Trabajo (Cátedra de Cultivos II) Corrientes: Argentina. Universidad Nacional de Nordeste.* [En línea]. Marzo, 2007. [Consultado el 10 de octubre de 2017]. Disponible en <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- ONU, “La población mundial aumentará en 1000 millones para 2030”. Naciones Unidas: Departamentos de Asuntos económicos y sociales Nueva York, [en línea]. 21 de junio de 2017, [Consultado el 21 de septiembre de 2017]. Recuperado de <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html>

- ORTÍZ, Jorge. Estudio cinético de bacterias metanogénicas a diferentes temperaturas. *Bistua: Revista de la facultad de ciencias básicas*. [en línea] 2016, [Fecha de consulta 13 de julio de 2018] Disponible en: <http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/viewFile/1690/1199> ISSN 0120-4211
- PEREYRA, Virginia. Emisiones de metano y óxido nitroso en arrozales de la zona este del Uruguay: El manejo de cultivo como factor determinante. Tesis (grado de licenciatura en Ciencias Biológica). Uruguay: Universidad de la República, 2009. Vol. 1, 1 Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1456/1/uy24-14330.pdf>
- Plan de Implementación de la Estrategia de Riego con Secas Intermitente en el Cultivo de Arroz para el control vectorial de la Malaria en Regiones Priorizadas del Perú. [En línea]: R.M. N° 730-2010/MINSA/ Ministerio de Salud. Dirección
- Programa de Arroz: Manual Técnico para el Cultivo de Arroz (*Oryza Sativa*). Secretaría de Agricultura General (SAG). [En línea] Honduras: Comayagua. Agosto, 2003. [Consultado el 4 de octubre de 2017]. Disponible en <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Plan Estratégico Regional Agrario de Amazonas 2009- 2015. Gobierno Regional de Amazonas. MINAGRI. [En línea] Febrero, 2009. [Consultado el 04 de octubre de 2017] Disponible en http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/conocenos/transparencia/planes_es_trategicos_regionales/amazonas.pdf
- RODEL, D LASCO [et.al] Tierras de Cultivo. Revista del IPCC 2006 [En línea] cap. 5, vol. 4 [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2017]. Disponible en http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_05_Ch5_Cropland.pdf
- RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010-2016-ANA. "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales" Lima, Perú 2016.
- Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-protocolo-nacional-monitoreo-calidad-recursos-hidricos>
- SÁNCHEZ, Salvador. Importancia del potencial redox en la biogeoquímica de los ecosistemas acuáticos [En línea]. Universidad Internacional Melendez Pelayo, Madrid - España. 2012. [Fecha de consulta: 12 de junio del 2018]. Disponible en:

- https://imedeas.uib-csic.es/master/cambioglobal/Modulo_II_cod101603/Tema%2010_Redox_SALVA.pdf
- SANCHIS, Elena. *Emisiones de Gases en el Cultivo de arroz: Efecto y Gestión de la paja. Trabajo Fin de MÁSTER TIPO B (Máster en Ingeniería Ambiental- Gestión Ambiental).* Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Junio, 2009. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/47780/01-Memoria.pdf?sequence=1>
 - Silva, I. sf. *Universidad católica de los Ángeles de Chimbote. [En línea] Técnica e Instrumentos de Recolección de datos. [Consultado el 04 de diciembre de 2017]. Disponible en http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/tecnicas_Instrumentos.pdf*
 - SASS, Ronald. *Emisiones de metano de la agricultura de Arroz. Departamento de Ecología y Biología Evolutiva, Universidad de Rice. Estados Unidos. [en línea] 2013. [Consultado el 26 de septiembre de 2017] Disponible en http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/4_7_CH4_Rice_Agriculture.pdf*
 - USDA. *Guía de campo para el muestreo y descripción de perfil de suelos. Versión 2.0 [En línea]. 2002. [Fecha de consulta 14 de junio de 2018]. Disponible en: file:///C:/Users/PC/Downloads/Guia_de_campo%20(3).pdf*
 - *Variación del pH durante los procesos anaerobios de emisión de metano por el secado y la fermentación de excretas de ganado bovino en el centro de México. Gonzales, Eugenio y Longoria, Rigoberto. 2005. 4, México : redalyc.org, Agosto de 2005, Revista Internacional de contaminación ambiental, Vol. 21. 0188-4999.*
 - VÁSQUEZ, Juan. *Ecofisiología del cultivo de arroz. [En línea]. Maestría en ciencias agrarias. Universidad Nacional Agraria de la selva, Tingo María - Perú, Agosto 2015. [Fecha de consulta: 22 de junio de 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/juperz/ecofisiologia-del-cultivo-de-arroz>*
 - WASSMAN, Reiner; LANTIN, Rhoda y URLINCH, Heinz. *Methane Emissions from Major Rice Ecosystems in Asia [En línea]. 1era. ed. Vol. 58. Núm. 1-3. Estados Unidos: Library of Congress Cataloging -in- publication data., 2000 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2017]. Disponible en [https://books.google.com.pe/books?id=_aXsCAAAQBAJ&pg=PA4&lpg=PA4&dq=\(Neue+et+al#v=onepage&q=\(Neue%20et%20al&f=false+ISBN+978-94-010-3812-6](https://books.google.com.pe/books?id=_aXsCAAAQBAJ&pg=PA4&lpg=PA4&dq=(Neue+et+al#v=onepage&q=(Neue%20et%20al&f=false+ISBN+978-94-010-3812-6)*

ANEXOS

Anexo 1

ANEXO N° 01- FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO										
RIEGO INTERMITENTE Y PERIODO DE SECAS										
Fecha		Elaborado por							Zona	N° de ficha
Hora										
N° DE POSAS	Coordenadas	Caudal constante	Altura de lámina de agua (cm)	Inicio del riego intermitente	periodo de Riego y Secas					
					R1	S1	R2	S2	R3	S3
					TR hasta S°100% (días)	TS hasta S°50% (días)	TR hasta S°100% (días)	TS hasta S°50% (días)	TR hasta S°100% (días)	TS hasta S°50% (días)
Posa 1			10	30 DDE						
Posa 2			10	30 DDE						
Posa 3			10	30 DDE						
Posa 4			10	30 DDE						
Observaciones										GRUPO CONTROL
RIEGO CONTINUO										
Fecha		Elaborado por							Zona	N° de ficha
Hora										
N° DE POSAS	Coordenadas	Caudal	Altura de lámina de agua (cm)	Riego Adicional						
				Lámina 1	Lámina 2	Lámina 3	Lámina 4	Lámina 5	Lámina 6	Lámina 7
Posa 1			10							
Posa 2			10							
Posa 3			10							
Posa 4			10							
Observaciones										GRUPO CONTROL
 HUMBEL RENGIFO MANGUAL <small>INGENIERO AGRONOMO Reg. del Colegio de Ingenieros 9782738</small>				 VICTOR IVAN LIZARRAGA GAMARRA <small>INGENIERO GEOGRAFICO Reg CIP N° 95000</small>				 VICTOR IVAN LIZARRAGA GAMARRA <small>INGENIERO GEOGRAFICO Reg CIP N° 95000</small>		
* DDE: Días después de la emergencia S°100%: Saturación al 100% S°50%: Saturación al 50%				Etapas que comprende el riego intermitente: 30 DDE hasta el Primordio Floral Etapas que comprende el riego continuo: Desde los 30 DDE hasta la madurez TR: Tiempo de Riego TS: Tiempo de Seca						

ANEXO 1-1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

I.1. Apellidos y Nombres: Remigio Hangualli Miguel
 I.2. Cargo e institución donde labora: Especialista Ambiental - Ogerinsa
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Riesgo INTER-IMPACTO PERIODE DE 5 años
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Ingrid Cesar Cane, Palmer Neyra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

88,5 %

Lima, 04 de Diciembre del 2017

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0330173 Telf: 95042935

ANEXO 2 - 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Lizarraga Gamero, Victor Juan
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Modelamiento y Simulación Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Riesgo Intermittente y Período de Resaca
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jagred, Gerolaine Palmer Mejía

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Es adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

98 %

Lima, 04 de Diciembre del 201

V. Lizarraga

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 4019246 Telf.: 924313509

ANEXO 2 – 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CARRERA SHAVEORA CESAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Riego Intermitente y Período de Seca
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Togrid Palmer

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91.0 %



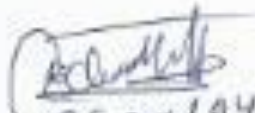

Lima, 27 de Noviembre del 2019

(Firma)

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No 04797944 Telf.: 970 655 845

ANEXO 02

ANEXO N° 02- FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO								
TIPO DE SUELOS DEL FUNDO EL TRIUNFO								
Fecha		Elaborado por					Zona	N° de ficha
Hora								1
Etapa	Puntos	Coordenadas UTM		Propiedades Fisicoquímicas o Indicadores				
Preparación del terreno o Arado		Este	Norte	Textura	MO	pH	Tiempo de Infiltración	Capacidad de Campo
	Poza 1							
	Poza 2							
	Poza 3							
	Poza 4							
Observaciones								GRUPO CONTROL
TIPO DE SUELOS DEL FUNDO EL TRIUNFO								
Fecha		Elaborado por					Zona	N° de ficha
Hora								2
Etapa	Puntos	Coordenadas UTM		Propiedades Fisicoquímicas o Indicadores				
Preparación del terreno o Arado		Este	Norte	Textura	MO	pH	Tiempo de Infiltración	Capacidad de Campo
	Poza 1							
	Poza 2							
	Poza 3							
	Poza 4							
Observaciones								GRUPO CONTROL
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">   MANUEL PONCE <small>INGENIERO AGRÓNOMO</small> <small>Reg. del Colegio de Ingenieros (P) 52738</small> </div> <div style="text-align: center;">  CGP N° 194 </div> <div style="text-align: center;">  VICTOR IVAN LIZARRAGA GAMARRA <small>INGENIERO GEOGRÁFICO</small> <small>Reg. CIP N° 95000</small> </div> </div>								

ANEXO 2 - 1



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

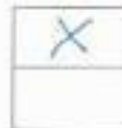
- I.1. Apellidos y Nombres: REMISID MANEVALU, MIGUEL
 I.2. Cargo e Institución donde labora: ESPECIALISTA AMBIENTAL - ODEPLAN S.A.
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: TIPO DE SUELOS
 I.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTERCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
 - El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

99.0 %

Lima, 04 de Diciembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 07320183. Telf. 98042935

ANEXO 2 – 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

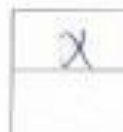
I.1. Apellidos y Nombres: Uriasaga Camacho, Víctor Juan
 I.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Modelamiento y Simulación Ambiental
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: tipo de datos
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Jessica Geroldine, Palmer Neyra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Es adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X	/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90.0 %

Lima, 04 de Diciembre del 201

[Firma]
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 4031400 Telf.: 994313109

ANEXO 2 – 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CARRERA SANJEDRA CESAR
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades hexagonales de los suelos
 1.4. Autor(A) de Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓			
5. SUFICIENCIA	Tome en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											✓		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

✓
 91,5.

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

%

Lima, 27 de Noviembre del 201





FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0417944 Cel. 870 553 845

Anexo 03

ANEXO N° 03- FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO								
EMISIONES DE METANO								
Fecha	Elaborado por					Zona	N° de ficha	
Hora								
PUNTOS	Coordenadas		Inicio: 30 DDE			Periodo de toma: 7 días		
	Este	Norte	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Floración	Cosecha
POSA 1								
POSA 2								
POSA 3								
POSA 4								
Observaciones								GRUPO CON PROYECTO

EMISIONES DE METANO								
Fecha	Elaborado por					Zona	N° de ficha	
Hora								
PUNTOS	Coordenadas		Inicio	30 DDE		Periodo de toma		7 días
	Este	Norte	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Toma 4	Floración	Cosecha
POSA 1								
POSA 2								
POSA 3								
POSA 4								
Observaciones								GRUPO CONTROL

  MIGUEL RENIGIO MANGUALÚ INGENIERO AGRÓNOMO Reg. del Colegio de Ingenieros N°92726	 CGP N°194	 VICTOR IVAN LIZARRAGA GAMARRA INGENIERO GEOGRAFICO Reg CIP N° 95000
--	---	---

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: REMICIO MANGUAL, MIGUEL
1.2. Cargo e institución donde labora: ECOLÓGICA AMBIENTAL ORIGINARIA
1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: EMISIONES DE METANO
1.4. Autor(A) de instrumento: Ingrid Geraudine, Palmer Neyra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

[illegible]

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación.

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91.0%

Lima, 04 de Diciembre del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 033018 Telf. 91042933

ANEXO 3 – 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

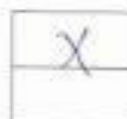
I.1. Apellidos y Nombres: Lizárraga Gamarra Iván
 I.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Modelamiento y Simulación Amb.
 I.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Emisiones de Metano
 I.4. Autor(A) de Instrumento: Jorge González, Palmer Noya

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Es adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93.5 %

Lima, 04 de Diciembre del 201

[Firma]

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 40197406 Tel. 934313509

ANEXO 3 – 3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CARRERA SAAVEDRA CESAR E.
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Encuesta de métodos
 1.4. Autor(A) de instrumento: Ingrid Palmer

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										✓			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											✓		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											✓		
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

99.5 %

Lima, 27 de Noviembre del 201



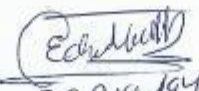

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 84797444 Telf. 970 653 845

Anexo 04


ANEXO N° 04- FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO						
PRODUCCIÓN DE ARROZ						
Fecha	Elaborado por				Zona	N° de ficha
Hora						
ETAPA	Coordenadas		Cantidad cosechada en	TOTAL	TPF	TPC
Cosecha	Este	Norte	Kg			
Posa 1						
Posa 2						
Posa 3						
Posa 4						
TOTAL						
Observaciones						GRUPO CON PROYECTO

PRODUCCIÓN DE ARROZ						
Fecha	Elaborado por				Zona	N° de ficha
Hora						
ETAPA	Coordenadas		Cantidad cosechada en	TOTAL	TPF	TPC
Cosecha	Este	Norte	Kg			
Posa 1						
Posa 2						
Posa 3						
Posa 4						
TOTAL						
Observaciones						GRUPO CON PROYECTO

  MIGUEL REMIGIO MANGUALÚ INGENIERO AGRÓNOMO <small>Reg. del Colegio de Ingenieros N° 82721</small>	 EGP No 194	 VICTOR IVAN LIZARRAGA GAMARRA INGENIERO GEOGRAFICO <small>Reg CIP N° 95000</small>
--	--	--

TPF: Tamaño de planta en Floración
 TPC: Tamaño de planta en Cosecha

ANEXO 4 – 1


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Remigio Harguallá Miguél

1.2. Cargo e institución donde labora: ESPECIALISTA AMBIENTAL OBRASINSA

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: PRODUCCION DE ARDOR

1.4. Autor(A) de Instrumento: _____

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación ☒

- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

88.0 %

Lima, CM de Septiembre del 2017


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No. 0330183 Telf. 950112935

ANEXO 4 – 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

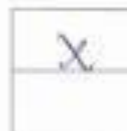
- 1.1. Apellidos y Nombres: Lizasoaga Egomara Victor Juan
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Metodología Simulación Ambiental UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Producción de Acero
 1.4. Autor(A) de instrumento: Jorge Cesar Linares, Palmer Neyra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						BASTANTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Es adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

91,0 %

Lima, 14 de Diciembre del 2017

[Firma]

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 80192004 Tel.: 92434509

ANEXO 4 – 3



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: CARRERA SAAVEDRA, CESAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propuesta de Asesor
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ignacio Palmer

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTERCONEXIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

✓

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

89,5 %

Lima, 27 de Noviembre del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 04747444 Telf.: 970 853 845

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN (ANEXO 05)

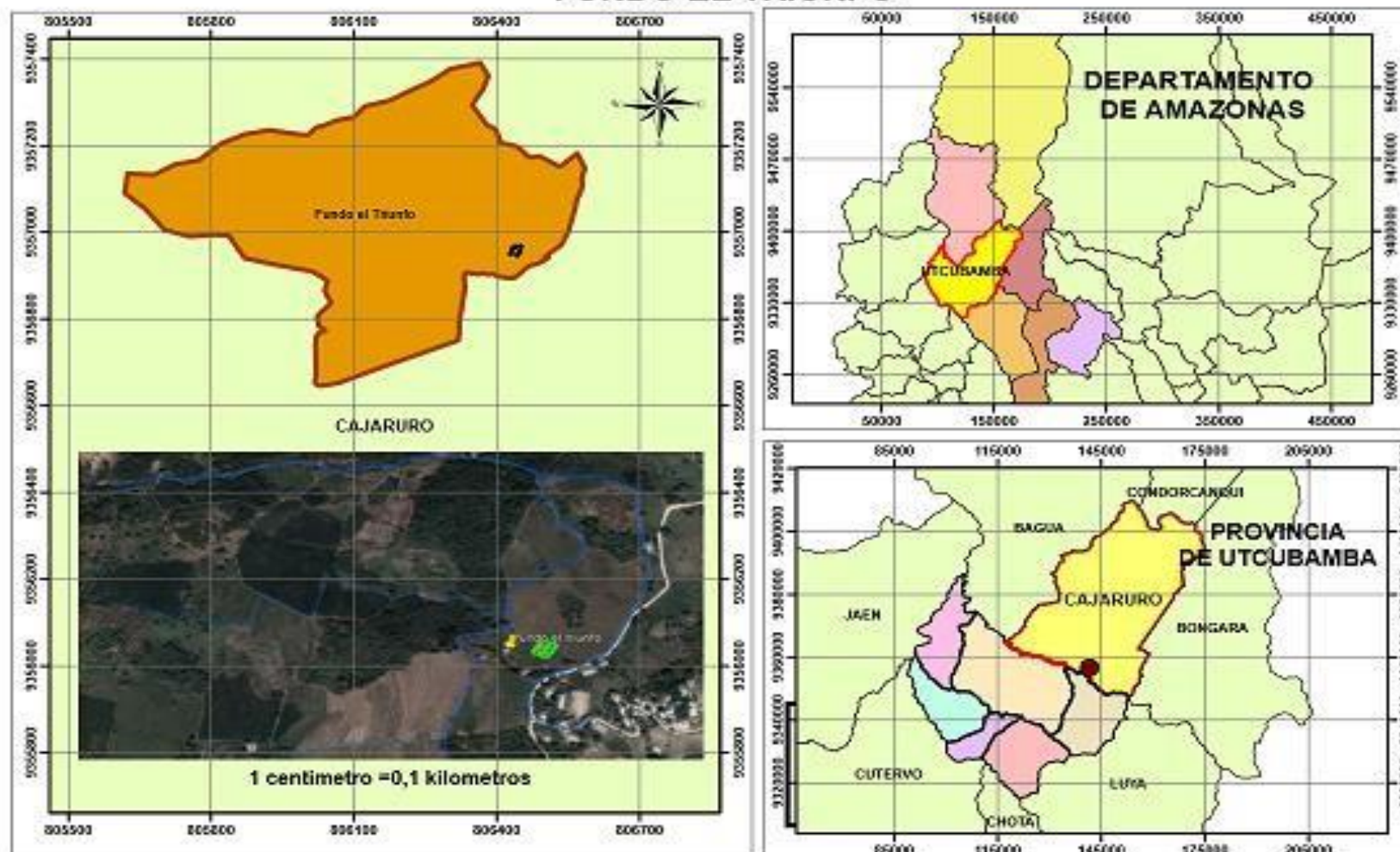
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Eficacia de la Aplicación de riegos intermitentes	[...] El riego intermitente es una técnica que requiere de presiones bajas para el adecuado empleo de caudales de agua en los tiempos de aplicación, y tiene como objetivo disminuir la posible infiltración del agua en el suelo, de tal manera, que se garantice la aplicación de una lámina de riego bastante uniforme en el cultivo. Muñoz, D. (2016)	Para aplicar el riego intermitente como una técnica de reducción de metano en arrozales inundados. Será necesario determinar el tipo de suelo predominante en el Fundo del Triunfo, por lo que se debe desarrollar un análisis de las propiedades fisicoquímicas de los suelos. De esta forma se obtendrá una muestra homogénea y se aplicará el riego intermitente. El intervalo que habrá en cada riego estará en función de la capacidad hídrica del suelo y de acuerdo a ello se establecerá un caudal constante para cada riego.	Periodo de secas	Tiempo de seca	días
				Número de secas	unidad
			Tipo de riego	Riego Intermitente	RI
				Riego inundado	RT
			Características de agua	OD/ DQO/ DBO5	Mg/L
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Reducción de emisiones de metano provenientes del cultivo de arroz	Según el IRTA, (2016). “El cultivo de arroz en campos inundados se le pueden atribuir (o es responsable) de entre el 5 y el 20% de las emisiones de metano”. Según Sanchis, E. “El CH4 generado en el cultivo del arroz procede de la descomposición anaeróbica de material orgánico de los arrozales inundados por medio de la acción de bacterias metanogénicas, liberándose a la atmósfera fundamentalmente mediante el transporte difuso a través de las plantas” (2014)	La obtención de emisiones de metano, se realizará mediante el método de cámaras estáticas cerradas. Para ello, se tomarán 3 posas donde se aplicará el riego y 3 posas como grupo control. Se establecerá 1 cámara en cada posa. La recolección de datos se realizará después de cada riego. Mediante una jeringa que extraerá el gas emanado desde el suelo, luego se evaluará mediante cromatografía de gases. Este proceso se desarrollará después de cada riego intermitente aplicado, considerando un caudal constante. Por su parte se evaluará la cantidad producida de arroz y se comparará en los dos grupos evaluados y se analizará los datos.	Concentración de metano emitido	Cantidad de metano emitido	Mg/L
			Volumen de agua empleado	Cantidad de agua	m3
			Propiedades fisicoquímicas de suelos	Materia Orgánica	%
				Capacidad de campo	%
				Textura	USDA
				pH	Alcalino / ácido
			Crecimiento y Producción de arroz	Crecimiento de la planta	cm
				Cantidad de arroz producido	Kg/Ha

MATRIZ DE CONSISTENCIA (ANEXO 06)

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA
¿Cuál será la eficacia de la desecación de suelos mediante riegos intermitentes para reducir la emisión de metano proveniente del cultivo de arroz en Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba?	Determinar la eficacia de la aplicación de riegos intermitentes para reducir los niveles de emisión de metano provenientes del cultivo de arroz en el Fundo el triunfo, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.	La aplicación de riegos intermitentes reduce la emisión de metano producidos por el cultivo de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba.	Para determinar la concentración de metano en el suelo se siguió la metodología de “Respiración del suelo” establecida en la Guía de evaluación y calidad de suelo según la USDA (2000). Para su captura y aplicación en arrozales, se trabajó con el método de cámaras estáticas.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera la aplicación de riegos intermitentes influye en la reducción del volumen de agua empleado en el cultivo de arroz del Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba? 	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la eficacia de la aplicación del riego intermitente en la reducción del volumen de agua empleado en el cultivo de arroz del Fundo el Triunfo en el Distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba. 	<ul style="list-style-type: none"> La aplicación de riegos intermitentes reduce el volumen de agua utilizado en el sembrío de arroz del Fundo el Triunfo en el Distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba. 	<p>Se establece un régimen hídrico según las propiedades físico-hídricas del suelo Para ello se realiza:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muestreo para parámetros de coeficientes hídricos del suelo, por lo que se realizan calicatas según Se siguió la metodología establecida por la Guía de campo para el muestreo y descripción de perfiles de suelos versión 2.0 según el departamento de Agricultura de los Estados Unidos por sus siglas en inglés USDA. (2002). Después de colectada la muestra se hace el cálculo de la <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de campo.- Método de Olla de presión de Richards a 0,33 MPa de tensión de succión de humedad. Punto de Marchitez permanente.- Método de Briggs en función a la granulometría. Humedad disponible.- Cálculo proveniente de la diferencia de la capacidad de campo y el punto de marchitez.

<ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera la aplicación de riegos intermitentes influye en el crecimiento y producción de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar el grado de influencia de la aplicación del riego intermitente en el crecimiento y la producción del cultivo de arroz en el Fundo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba. 	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de riegos intermitentes influye en el crecimiento de la planta y la producción de los arrozales del Fundo el Triunfo Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba. 	<p>De acuerdo al crecimiento fenológico de la planta se realiza la medición periódica del crecimiento de la planta, de forma manual usando wincha (Equipo de medición). Se base los datos a un consolidado el cual nos permite obtener el promedio de crecimiento en la tabla.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera la aplicación de riegos intermitentes influye en la variación de las propiedades físico-químicas de los suelos en el Fundo el Triunfo El triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la variación de las propiedades físicoquímicas del suelo en los arrozales del Fundo el Triunfo según el tipo de riego empleado. 	<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación del riego intermitente influye en la variación de las propiedades físicoquímicas de los suelos, del fundo el Triunfo, en el Distrito de Cajaruro Provincia de Utcubamba. 	<p>Se realiza un monitoreo preliminar de Caracterización de suelos, obteniendo resultados sobre los parámetros físicos y químicos que tiene el suelo antes de iniciada la investigación. Para la recolección de las sub-muestras se hizo mediante el recorrido del Zig-zag.</p>

MAPA DE UBICACIÓN (ANEXO 07)
FUNDO EL TRIUNFO



MATRIZ DE DETERMINACIÓN DE ASPECTOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (ANEXO 08)

MATRIZ DE DETERMINACIÓN DE ASPECTOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (DAIA)													Anexo 08	
Proyecto/sede		Desarrollo de Investigación												
Proceso		Cultivo de arroz												
Actividad(es)		Sembrío de arroz, riego del cultivo												
Fecha de elaboración		10/07/2018												
N°	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Condición / Situación	Evaluación					Potencial Impacto	Significativo SI / No	Eliminación y/o Sustitución	Controles Operacionales		
				Magnitud	Severidad	Duración	Sensibilidad	Administrativo						
								Capacitaciones				Otros		
1	1 Remoción y desbroce del terreno	Erosión del suelo Cambio de uso de suelo	N/A	2	2	3	3	10	SI		Capacitaciones al agricultor sobre prácticas agrícolas sostenibles	Rotación de cultivos y descanso de suelos		
2	2 Aplicación de riegos inundados o tradicionales en los campos de arroz	Álteración de las propiedades físicoquímicas de los suelos. Agotamiento del recurso hídrico. Reducción de la capacidad fértil del suelo Emisiones de metano y otros gases de efecto invernadero.	N/A	2	2	3	3	10	SI	Aplicación de riegos intermitentes	Capacitaciones al agricultor sobre prácticas agrícolas sostenibles	Rotación de cultivos y descanso de suelos		
3	3 Quema de residuos producto de la siembra de arroz	Empobrecimiento del suelo. Emisión de humos y gases de efecto invernadero. Malestar social y enfermedades respiratorias Afectación a la belleza paisajística. Afectación de flora y fauna.	N/A	2	2	2	3	9	SI	Gestión y manejo de la paja, evitando su reincorporación como materia orgánica al nuevo periodo de siembra				
Aspectos ambientes con Impactos Ambientales Positivos:														
Controles operacionales para implementar/mantener:														
Elaborado por : Ingrid Palmer										Revisado por:		Aprobado por :		
Firma:										Firma:		Firma:		
Se considera que un impacto base >8 es generado por un aspecto Ambiental Significativo.														
CRITERIOS DE EVALUACIÓN		ALTO (3)			MEDIO (2)			BAJO (1)						
MAGNITUD	La cantidad del residuo, el uso del recurso o fuente que genera el aspecto es alto.	La cantidad del residuo, el uso del recurso o fuente que genera el aspecto es cercano al estándar establecido según norma. En el caso de no existir normativa que aplique se considerará el criterio de tiempo máximo igual a un mes.			La cantidad del residuo, el uso del recurso o fuente que genera el aspecto es mínimo o no se produce.			No es perceptible.						
	Es continuo en el tiempo.													
	Está por encima de los estándares establecidos según norma. En el caso de no existir normativa que aplique se considerará el criterio de tiempo máximo igual a una semana.													
SEVERIDAD	Daños graves o irreversibles al ambiente o al personal.	Afecta o afectaría reversiblemente al ambiente o al personal.			Hay una afectación mínima al ambiente o al personal.									
	Se manifiesta fuera del predio de la planta.													
DURACIÓN	La permanencia del impacto ambiental es alta en el ambiente.	La permanencia del impacto ambiental no es alta en el ambiente.			La permanencia del impacto ambiental es baja en el ambiente.									
	El residuo o fuente que lo genera no es degradable.													
	La capacidad de autodepuración es baja.													
SENSIBILIDAD	Es percibido por las partes interesadas como algo grave.	Las partes interesadas alejadas lo perciben como medianamente grave			Las partes interesadas no se percibe afectada por el impacto real o potencial.									
	Repercusión pública alta, probables acciones judiciales.													
		El ambiente puede asimilarlo en un tiempo corto.			Es asimilable en el ambiente.									
		La capacidad de autodepuración es lenta.			La capacidad de autodepuración es alta.									
		Repercusión pública media, improbables acciones judiciales, cartas de reclamos o papeletas			Repercusión pública baja o nula.									

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN (ANEXO 09)

User's Guide
Turbidity Meter
T

Calibration Certificate

This certificate guarantee that the product has been inspected and tested in accordance with the published specifications.

The instrument has been calibrated by using equipment which already calibrated to standards traceable to international standards.

Model: TUB-430

Serial no.: 0003116

Date 3/30/2017

PANTALLAZO DEL TURNITIN

feedback studio Ingrid Palmer Neyra Tesis Ingrid -- /0 ?

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Título":

"APLICACIÓN DE RIEGOS INTERMITENTES PARA REDUCIR EMISIONES DE METANO EN EL CULTIVO DE ARROZ EN EL FUNDOS EL TRIUNFO, DISTRITO DE"

Resumen de coincidencias X

19 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	riunet.upv.es Fuente de Internet	1 %	>
2	www.redalyc.org Fuente de Internet	1 %	>
3	minagri.gob.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	docplayer.es Fuente de Internet	1 %	>
5	www.digesa.sld.pe Fuente de Internet	1 %	>
6	Entregado a Pontificia ... Trabajo del estudiante	1 %	>

Página: 1 de 186 Número de palabras: 36833 Text-only Report High Resolution Activado

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE

INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL

ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

riunet.upv.es

Fuente de Internet

1%

2

www.redalyc.org

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

minagri.gob.pe

Fuente de Internet

1%

5

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

6

www.digesa.sld.pe

Fuente de Internet

1%

7

www.bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1%

8

www.switchurbanwater.eu

Fuente de Internet

<1%

9

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

10	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.albufera.com Fuente de Internet	<1 %
13	www.acpaarrozcorrientes.org.ar Fuente de Internet	<1 %
14	repository.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
16	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
18	www.bib.fcien.edu.uy Fuente de Internet	<1 %
19	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
20	www.ampeperu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

21	www.draeger.com Fuente de Internet	<1 %
22	www.uaeh.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
23	www.innovagri.es Fuente de Internet	<1 %
24	spij.minjus.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
26	www.jne.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
27	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	documents.tips Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.repotur.gov.ar Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %

32

Submitted to Universidad de San
Buenaventura

Trabajo del estudiante

<1 %

33

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

35

unfccc.int

Fuente de Internet

<1 %

36

www.cambioclimaticoandes.info

Fuente de Internet

<1 %

37

repositorio.upeu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad Catolica de Avila

Trabajo del estudiante

<1 %

39

www.theibfr.com

Fuente de Internet

<1 %

40

www.gsars.org

Fuente de Internet

<1 %

41

64.76.123.202

Fuente de Internet

<1 %

42

unicolmayor.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

www.cics2012.uac.pt

43

Fuente de Internet

<1 %

44

blogdelagua.com

Fuente de Internet

<1 %

45

Submitted to Zamorano University

Trabajo del estudiante

<1 %

46

revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

47

www.uba.ar

Fuente de Internet

<1 %

48

Submitted to CONACYT

Trabajo del estudiante

<1 %

49

www.iiap.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

50

Submitted to Universidad Europea de Madrid

Trabajo del estudiante

<1 %

51

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

52

colegioveterinario.cl

Fuente de Internet

<1 %

53

docslide.us

Fuente de Internet

<1 %

54

Submitted to Carlos Test Account

Trabajo del estudiante

<1 %

55	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
56	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
57	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
58	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
60	carpena.ifas.ufl.edu Fuente de Internet	<1 %
61	www.eumed.net Fuente de Internet	<1 %
62	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
63	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1 %
64	www.encuentroiberoamericano.org Fuente de Internet	<1 %
65	sinia.minam.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

66	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
67	Submitted to Atlantic International University Trabajo del estudiante	<1 %
68	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
69	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
70	Submitted to Universidad Del Magdalena Trabajo del estudiante	<1 %
71	ftdt.cc Fuente de Int ernet	<1 %
72	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Int ernet	<1 %
73	Submitted to Universidad del Rosario Trabajo del estudiante	<1 %
74	www.revistabiomedica.org Fuente de Int ernet	<1 %
75	repositoriodigital.academica.mx Fuente de Int ernet	<1 %
76	www.anie-anies.es Fuente de Int ernet	<1 %
77	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Int ernet	

<1 %

78

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

79

www.portalagrario.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

80

www.jornadasforestales.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

81

condesan.org

Fuente de Internet

<1 %

82

inocuidadlatam.com

Fuente de Internet

<1 %

83

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

84

ciga.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

85

Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola

Trabajo del estudiante

<1 %

86

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

87

bibliodigital.tec.ac.cr

Fuente de Internet

<1 %

uag.redalyc.org

88

Fuente de Int ernet

<1 %

89

Furlani Junior, Enes, JosÃ© Ricardo Machado, and Edivaldo Domingues Velini. "Ãpocas de inÃ¡cio da inundaÃ§Ã£o do solo e altura da lâmina de Ã¡gua em arroz irrigado", Bragantia, 1995.

Publicaci3n

<1 %

90

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Int ernet

<1 %

91

Submitted to Tecsup

Trabajo del estudiante

<1 %

92

Submitted to Laureate Higher Education Group

Trabajo del estudiante

<1 %

93

C. Quilchano. "Climate sequence of soils developed on granites in the Sierra de Gata, Salamanca, Spain", Arid Land Research and Management, 1995

Publicaci3n

<1 %

94

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Int ernet

<1 %

95

www.epa.gov

Fuente de Int ernet

<1 %

96

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Int ernet

<1 %

97

www.osinergmin.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

98

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

99

www.rema.com.mx

Fuente de Internet

<1 %

100

dapa.ciat.cgiar.org

Fuente de Internet

<1 %

101

www.fedearroz.com.co

Fuente de Internet

<1 %

102

Submitted to ECCI

Trabajo del estudiante

<1 %

103

www.noticiascaracas.com.ve

Fuente de Internet

<1 %

104

Submitted to Universidad de Manizales

Trabajo del estudiante

<1 %

105

Submitted to Inter American Defense College

Trabajo del estudiante

<1 %

106

repositorio.usil.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

107

Submitted to Texas A&M University, College Station

Trabajo del estudiante

<1 %

www.ct.gov

108

Fuente de Internet

<1 %

109

www.kelloggs.es

Fuente de Internet

<1 %

110

www.naturalezainterior.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

111

gestion.pe

Fuente de Internet

<1 %

112

Submitted to Mondragon Unibertsitatea

Trabajo del estudiante

<1 %

113

uaeh.redalyc.org

Fuente de Internet

<1 %

114

Submitted to Universidad de San Martin de Porres

Trabajo del estudiante

<1 %

115

www2.irc.nl

Fuente de Internet

<1 %

116

ambiental.utp.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

117

Submitted to University of La Guajira

Trabajo del estudiante

<1 %

118

Submitted to Colegio Universitario de Estudios Financieros

Trabajo del estudiante

<1 %

119	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
120	www.colpos.mx Fuente de Internet	<1 %
121	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
122	www.cebem.org Fuente de Internet	<1 %
123	"Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change", Springer Nature, 2017 Publicación	<1 %
124	sdot.pcm.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
125	cts.usal.es Fuente de Internet	<1 %
126	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
127	www.alice.cnptia.embrapa.br Fuente de Internet	<1 %
128	www.agricultura.gob.do Fuente de Internet	<1 %
129	www.redmujeres.org Fuente de Internet	<1 %

130

vihpositivo.com

Fuente de Internet

<1 %

131

Carlos P. Padilla, Uriel Alvarado, Gladis Ventura, Deysi Luna-Caipo et al. "Identifying Trypanosoma cruzi discrete typing units in triatomines collected in different natural regions of Perú", Biomédica, 2017

Publicación

<1 %

132

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

133

www.ruta.org

Fuente de Internet

<1 %

134

Sandra Petričević, Nives Marušić Radovčić, Katarina Lukić, Eddy Listeš, Helga Medić. "Differentiation of dry-cured hams from different processing methods by means of volatile compounds, physico-chemical and sensory analysis", Meat Science, 2018

Publicación

<1 %

135

observatorio.umh.es

Fuente de Internet

<1 %

136

www.agua.uji.es

Fuente de Internet

<1 %

137

cran.r-project.org

Fuente de Internet

<1 %

138	www.tqc.com.pe Fuente de Internet	<1 %
139	buscadores.anii.org.uy Fuente de Internet	<1 %
140	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
141	www.jurisprudencia.pe Fuente de Internet	<1 %
142	www.docstoc.com Fuente de Internet	<1 %
143	www.redem.buap.mx Fuente de Internet	<1 %
144	inkanatura.net Fuente de Internet	<1 %
145	listas.losverdesdeandalucia.org Fuente de Internet	<1 %
146	smye.info Fuente de Internet	<1 %
147	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
148	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
149	earthresources.sakura.ne.jp Fuente de Internet	

<1 %

150

www.madrimasd.org

Fuente de Internet

<1 %

151

edis.ifas.ufl.edu

Fuente de Internet

<1 %

152

irri.org

Fuente de Internet

<1 %

153

www.nacion.co.cr

Fuente de Internet

<1 %

154

www.cimm.cl

Fuente de Internet

<1 %

155

<ftp.who.int>

Fuente de Internet

<1 %

156

afcparg.org.ar

Fuente de Internet

<1 %

157

www.sica.gov.ec

Fuente de Internet

<1 %

158

Submitted to Universidade de Sao Paulo

Trabajo del estudiante

<1 %

159

www.eda.etsia.upm.es

Fuente de Internet

<1 %

160

www.analitica.com

Fuente de Internet

<1 %

161	www.sinia.cl Fuente de Internet	<1 %
162	biblioteca.universia.net Fuente de Internet	<1 %
163	childrenbedroomfurniturepics.info Fuente de Internet	<1 %
164	www.rlc.fao.org Fuente de Internet	<1 %
165	www.fflch.usp.br Fuente de Internet	<1 %
166	regionamazonas.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
167	dof.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
168	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %
169	María Carolina Rogelis, Micha Werner. "Streamflow forecasts from WRF precipitation for flood early warning in mountain tropical areas", Hydrology and Earth System Sciences, 2018 Publicación	<1 %
170	www.periodistasvascos.com Fuente de Internet	<1 %

171

tumi.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

172

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

173

www.laccei.org

Fuente de Internet

<1 %

174

www.unescoetxea.org

Fuente de Internet

<1 %

175

www.mag.go.cr

Fuente de Internet

<1 %

176

cepes.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

177

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

178

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

179

www.iucn.org

Fuente de Internet

<1 %

180

www.armfield.co.uk

Fuente de Internet

<1 %

181

www.turipana.org.co

Fuente de Internet

<1 %

182

www.sms.si.edu

Fuente de Internet

<1 %

183	intranet.cip.org.pe Fuente de Int ernet	<1 %
184	user.talk.tony.sidaway.en.wikimiki.net Fuente de Int ernet	<1 %
185	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Int ernet	<1 %
186	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	<1 %
187	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Int ernet	<1 %
188	revistaargumentos.iep.org.pe Fuente de Int ernet	<1 %
189	inta.gob.ar Fuente de Int ernet	<1 %
190	reacciun2.edu.ve Fuente de Int ernet	<1 %
191	www4.congreso.gob.pe Fuente de Int ernet	<1 %
192	www.tribunalandino.org.ec Fuente de Int ernet	<1 %
193	www.peru.info Fuente de Int ernet	<1 %
194	www.fao.org	

<1 %

195

ri.uaemex.mx

Fuente de Int ernet

<1 %

196

www.satsecat.org

Fuente de Int ernet

<1 %

197

prodiversitas.bioetica.org

Fuente de Int ernet

<1 %

198

ine.gob.mx

Fuente de Int ernet

<1 %

199

www.interacademies.net

Fuente de Int ernet

<1 %

200

www.cenicafe.org

Fuente de Int ernet

<1 %

201

dmz.inia.org.uy

Fuente de Int ernet

<1 %

202

(Carlinda Leite and Miguel Zabalza). "Ensino superior: inovação e qualidade na docência", Repositório Aberto da Universidade do Porto, 2012.

Publicación

<1 %

203

"Water Policy in Mexico", Springer Nature, 2019

Publicación

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

Yo, Carlos Cabrera Carranza, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

“Aplicación de Riegos intermitentes para reducir emisiones de metano en el cultivo de arroz en el Fundo el Triunfo, distrito de Cajaruro, Provincia de Utcubamba - Región Amazonas 2017 -2018”, de la estudiante **Ingrid Geraldine Palmer Neyra**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **19%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de julio de 2018



.....
Dr. Carlos Cabrera Carranza

DNI: 17402784

CIP: 46572

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección/ Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitización de Tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Yo, Ingrid Geraldine Palmer Meza con DNI N° 73059372 domiciliado (a) en Calle las Fresas, M20 Ht. 12, Urb. Mirador III - SMO ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2018-I del programa INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 6700262015 de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recurro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Digitización de tesis, para continuar con los trámites para bachiller.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de



Lima, 24 de 08 de 2018

[Handwritten signature]



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Palmer, Neyra, Ingrid Geraldine
D.N.I. : 73039322
Domicilio : H2D 11e 12 Mirador III - SHP
Teléfono : Fijo : Móvil : 939390581
E-mail : ingridpalmerip@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniería Ambiental

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

Grado :

Mención :

☐ Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Palmer, Neyra, Ingrid Geraldine

Título de la tesis:

"Aplicación de riegos intermitentes para reducir emisiones de metano en el cultivo de arroz en el fundo el Triunfo, Distrito de Cajaruro, provincia de Ucayali - Región de Amazonas, 2017-2018"

Año de publicación :

2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Sí autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha:

24/03/18